



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**Facultad de Tecnología de la Construcción**

**Monografía**

**MANUAL DE TAKE OFF PARA OBRAS HORIZONTALES, APLICADO AL  
PROYECTO “MEJORAMIENTO VIAL Y OBRAS DE DRENAJE PLUVIAL DEL  
BARRIO CARLOS NÚÑEZ”.**

Para optar al título de ingeniero civil

**Elaborado por**

Br. Andrea Mariana Beteta Largaespada

Br. Vicente Julio Valdez Fernández

**Tutor**

Ing. Iván Antonio Matus Lazo

Managua, Octubre 2019



Managua, 15 de Octubre de 2019

Dr. Ing. Oscar Gutiérrez Somarriba  
Decano - Facultad de Tecnología de la Construcción.  
UNI - RUPAP

Estimado Doctor Gutiérrez:

Por este medio tengo a bien informarle que he revisado la monografía titulada **MANUAL DE TAKE OFF PARA OBRAS HORIZONTALES, APLICADO AL PROYECTO “MEJORAMIENTO VIAL Y OBRAS DE DRENAJE PLUVIAL DEL BARRIO CARLOS NÚÑEZ”** elaborada por los bachilleres ANDREA MARIANA BETETA LARGAESPADA y VICENTE JULIO VALDEZ FERNÁNDEZ, y considero que dicho documento es congruente con los objetivos planteados en el protocolo aprobado por su autoridad y que su contenido cumple con los requisitos de calidad requeridos en este tipo de trabajos, por lo cual recomiendo les sea autorizada la defensa del mismo para que los sustentantes puedan optar al título de Ingeniero Civil que otorga nuestra alma mater.

Agradeciéndole su atención, se despide

ING. IVÁN ANTONIO MATUS LAZO  
PROFESOR TITULAR UNI



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION  
DECANATURA

DEC-FTC-REF-No.102  
Managua, Septiembre 11 del 2018

Bachilleres  
**ANDREA MARIANA BETETA LARGAESPADA**  
**VICENTE JULIO VALDEZ FERNANDEZ**  
Su atención

Estimados Bachilleres:

Es de mi agrado informarles que el PROTOCOLO de su Tema **MONOGRAFICO**, titulado **"MANUAL DE TAKE OFF PARA OBRAS HORIZONTALES, APLICADO AL PROYECTO "MEJORAMIENTO VIAL Y OBRAS DE DRENAJE PLUVIAL DEL BARRIO CARLOS NUÑEZ"**. Ha sido aprobado por esta Decanatura.

Asimismo les comunico estar totalmente de acuerdo, que el **Ing. Iván Antonio Matus Lazo**, sea el tutor de su trabajo final.

La fecha límite, para que presenten concluido su documento, debidamente revisado por el tutor guía será el **11 de Marzo del 2019**.

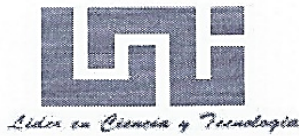
Esperando puntualidad en la entrega de la Tesis, me despido.

Atentamente,

**Dr. Ing. Oscar Gutiérrez Somarriba**  
Decano



CC: Protocolo  
Tutor  
Archivo\*Consecutivo



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION  
DECANATURA

**DEC.FTC.REF No. 041**  
Managua, 12 Marzo del 2019

Bachilleres

**ANDREA MARIANA BETETA LARGAESPADA**  
**VICENTE JULIO VALDEZ FERNANDEZ**

Presentes

Estimados (as) Bachilleres:

En atención a su carta de solicitud de **PRORROGA (DE 3 MESES)**, para efectuar la defensa de su trabajo de **Monografía** titulado "**MANUAL DE TAKE OFF PARA OBRAS HORIZONTALES, APLICADO AL PROYECTO "MEJORAMIENTO VIAL Y OBRAS DE DRENAJE PLUVIAL DEL BARRIO CARLOS NUÑEZ "**". Esta Decanatura aprueba la misma considerando los problemas planteados en su comunicación.

Deberá presentar concluido su documento debidamente revisado por el tutor guía **el 12 Junio del 2019**. Para la programación de su fecha de pre-defensa.

Esperando de ustedes puntualidad en la entrega de su trabajo final, me despido.

Atentamente,



**Dr. Ing. Oscar Gutiérrez Somarriba**  
Decano

CC: Tutor – Ing. Iván Antonio Matus Lazo  
Archivo-Consecutivo



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION  
DECANATURA

**DEC.FTC.REF No. 071**  
Managua, 11 Junio del 2019

Bachilleres

**ANDREA MARIANA BETETA LARGAESPADA**  
**VICENTE JULIO VALDEZ FERNANDEZ**

Presentes



Estimados (as) Bachilleres:

En atención a su carta de solicitud de **PRORROGA (DE 3 MESES)**, para efectuar la defensa de su trabajo de **Monografía** titulado "**MANUAL DE TAKE OFF PARA OBRAS HORIZONTALES, APLICADO AL PROYECTO "MEJORAMIENTO VIAL Y OBRAS DE DRENAJE PLUVIAL DEL BARRIO CARLOS NUÑEZ "**". Esta Decanatura aprueba la misma considerando los problemas planteados en su comunicación.

Deberá presentar concluido su documento debidamente revisado por el tutor guía **el 11 septiembre del 2019**. Para la programación de su fecha de pre-defensa.

Esperando de ustedes puntualidad en la entrega de su trabajo final, me despido.

Atentamente,

  
  
**Dr. Ing. Oscar Gutiérrez Somarriba**  
Decano

CC: Tutor – Ing. Iván Antonio Matus Lazo  
Archivo-Consecutivo

## **Dedicatoria**

### **A Dios, Nuestro Padre Celestial.**

Por regalarnos el don de la vida, la bendición de nacer y crecer en una familia, la oportunidad de iniciar y concluir nuestros estudios superiores y proveernos la fuerza en todo el camino recorrido.

### **A Nuestros Padres y Abuelos**

Elsa Mariela Largaespada Guerrero

Maritza Isabel Fernández Palacios

Juan Bernabé Beteta Quintanilla

Vicente Antonio Valdez Gutiérrez

María Dolores Guerrero

Juana Mercedes Palacios Ruiz (QEPD)

Silvia Elena Quintanilla

Pánfilo Rolando Fernández Barrera

Manuel Raúl Beteta Gaitán (QEPD)

Por su amor, sus esfuerzos y sacrificios, por acompañarnos desde el momento en que nacimos y en cada etapa de nuestras vidas. Sin ellos este triunfo académico no hubiese sido posible.

### **A Nuestros Compañeros y Amigos**

Por haber creído en nosotros, por las noches interminables de desvelo que compartimos estudiando, por ser incondicionales en todo momento.

## **Agradecimientos**

En primer lugar, a Dios, al ser nuestra fortaleza y guía en todo este camino.

A nuestros familiares; por su apoyo, sus consejos y por transmitirnos el ánimo que necesitábamos.

A nuestros docentes, quienes dieron su aporte a nuestra enseñanza como profesionales, a lo largo de toda la carrera.

A nuestro tutor,

Ing. Iván Antonio Matus Lazo  
Universidad Nacional de Ingeniería  
Profesor Titular

A nuestros asesores,

Ing. Carlos Manuel López Hernández  
Alcaldía de Managua  
Jefe de Departamento de Costos y Presupuestos

Ing. Javier Prado  
Alcaldía de Managua  
Delegado Distrito VI

Y a todas aquellas personas que, con sus sabios consejos y aportes, contribuyeron a la realización de este trabajo monográfico.



## **Resumen Ejecutivo**

El presente trabajo se realizó con la finalidad de crear un documento complementario para la asignatura de Costo y Presupuesto impartida en la Universidad Nacional de Ingeniería, enfocándose en el cálculo de volúmenes de obra y materiales para un proyecto de drenaje pluvial y mejoramiento vial diseñado por la Alcaldía de Managua para un barrio de la capital.

Para cumplir con este propósito, se estructuraron capítulos que abordan los aspectos necesarios para llevar a cabo el Take Off desde las actividades preliminares hasta la entrega de resultados, haciendo énfasis en el uso de software especializado y hojas de cálculo como principal herramienta de trabajo.

En el primer capítulo se incluyen puntos generales del tema, como: introducción, antecedentes, justificación y los objetivos que se persiguen para la realización de este documento.

En el segundo capítulo se desglosan conceptos útiles para la comprensión y desarrollo del tema.

El tercer capítulo detalla la metodología con la que se organizará el manual, definiendo el orden lógico en el que se realizarán los procesos asociados al Take Off, así como la estructura y utilidad de las hojas de cálculo adjuntas.

El cuarto capítulo engloba todas las actividades que se realizan previo a iniciar los cálculos de volúmenes de obra.

El quinto y sexto capítulo contienen la elaboración del Take Off de las Obras, apoyándose de ilustraciones como principales referentes visuales. En adición, se muestran breves explicaciones de funciones de Excel, tablas dinámicas y el uso del software Civil 3D para determinar volúmenes de obras viales y movimiento de tierra.

## Índice General

<b>Capítulo I</b>	<b>Generalidades.....</b>	<b>1</b>
1.1	Introducción .....	1
1.2	Antecedentes.....	2
1.3	Justificación .....	3
1.4	Objetivos.....	4
1.4.1	Objetivo General .....	4
1.4.2	Objetivos Específicos.....	4
<b>Capítulo II</b>	<b>Marco Teórico.....</b>	<b>5</b>
2.1	Definición de proyecto.....	5
2.1.1	Clasificación de Proyectos de Infraestructura .....	5
2.1.2	Ciclo de vida de un Proyecto .....	6
2.1.3	Planificación de un Proyecto.....	7
2.1.4	Documentación Requerida .....	7
2.2	El Take-Off o Cálculo de cantidades de Obra.....	8
2.2.1	Características de un Take-Off .....	8
2.2.2	Importancia del costo y presupuesto en obras civiles.....	9
2.3	Aspectos claves para la cuantificación de obras.....	9
2.3.1	Lectura e Interpretación de Planos .....	9
2.3.2	Identificación de Conceptos de Obra .....	12
2.3.3	Unidades de Medidas .....	12
2.3.4	Materiales de Construcción en Obras Horizontales .....	13
2.3.5	El Factor de Desperdicio.....	14
2.3.6	Tipos de desperdicios .....	14
2.3.7	Listado de Etapas y Sub-Etapas y Presentación de resultados.....	15
2.4	Las Obras Horizontales .....	16
2.4.1	Tipos de Obras Horizontales .....	16
2.5	Mejoramiento Vial .....	16
2.5.1	Tipos de Pavimentos .....	17
2.6	Drenaje Pluvial .....	18
2.6.1	Componentes Principales .....	18

<b>2.7</b>	<b>Movimiento de Tierra .....</b>	<b>20</b>
2.7.1	Tipos de movimientos de tierra .....	20
2.7.2	Clasificación de las Excavaciones .....	21
2.7.3	Abundamiento y Enjutamiento .....	21
<b>Capítulo III</b>	<b>Diseño Metodológico .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1</b>	<b>Flujo de Procesos para la Elaboración del Take-Off.....</b>	<b>22</b>
<b>3.2</b>	<b>Estructura y Aplicación de las Hojas de Calculo .....</b>	<b>24</b>
3.2.1	Consolidación de Resultados y Listado de Materiales.....	25
<b>Capítulo IV</b>	<b>Preliminares del Take Off .....</b>	<b>28</b>
<b>4.1</b>	<b>Revisión General de la Documentación .....</b>	<b>28</b>
<b>4.2</b>	<b>Visita de Campo .....</b>	<b>29</b>
4.2.1	Verificación de Estructuras a Demoler.....	29
4.2.2	Verificación de Accesos.....	31
4.2.3	Revisión de afectaciones al tendido eléctrico. ....	31
4.2.4	Identificación de los bancos de materiales .....	31
4.2.5	Zonas de Acopio de Material de desalojo .....	33
<b>4.3</b>	<b>Remisión de Consultas.....</b>	<b>33</b>
<b>4.4</b>	<b>Clasificación del Proyecto Según Tipo .....</b>	<b>34</b>
<b>4.5</b>	<b>Asignación de Etapas y Sub Etapas .....</b>	<b>35</b>
4.5.1	Etapas y Sub Etapas para el Diseño Hidráulico .....	35
4.5.2	Etapas y Sub Etapas para el Diseño Vial .....	36
<b>Capítulo V</b>	<b>Take-Off del Diseño Hidráulico .....</b>	<b>37</b>
<b>5.1</b>	<b>Preliminares.....</b>	<b>37</b>
5.1.1	Trazo y Nivelación .....	37
5.1.2	Demoliciones y Restauraciones.....	39
<b>5.2</b>	<b>Alcantarillado Pluvial.....</b>	<b>41</b>
5.2.1	Excavación para Estructuras .....	41
5.2.2	Alcantarillado de Concreto Reforzado .....	43
5.2.3	Relleno, Compactación y Desalojo .....	45
<b>5.3</b>	<b>Dispositivos de Drenaje.....</b>	<b>46</b>

5.3.1	Pozos de Visita de Mampostería .....	46
5.3.2	Pozos de Visita de Concreto Reforzado .....	56
5.3.3	Tragantes Triples de Mampostería Confinada .....	65
5.3.4	Tragante de Parrilla .....	81
5.3.5	Rampa de Adoquín .....	92
5.3.6	Cabezal y Rampa de Descarga .....	99
<b>5.4</b>	<b>Consolidación de Resultados DH.....</b>	<b>108</b>
<b>5.5</b>	<b>Listado de Materiales, Mano de Obra y Equipo DH.....</b>	<b>109</b>
<b>Capítulo VI</b>	<b>Take-Off del Diseño Vial .....</b>	<b>113</b>
<b>6.1</b>	<b>Calculo de Cantidades de Obra en Civil 3D .....</b>	<b>113</b>
6.1.1	Abriendo el Archivo.....	113
6.1.2	Crear una nueva Lista de Materiales .....	114
6.1.3	Criterios de Cubicación de Materiales .....	115
6.1.4	Asignación de Datos y Métodos de Cálculo.....	116
6.1.5	Generar Reporte de Materiales .....	118
6.1.6	Elaboración de Base de Datos en Excel.....	120
6.1.7	Tabla Dinámica para Resumen de Resultados.....	122
<b>6.2</b>	<b>Preliminares.....</b>	<b>124</b>
6.2.1	Limpieza Inicial .....	124
6.2.2	Replanteo Topográfico.....	125
6.2.3	Construcciones Temporales .....	126
6.2.4	Rotulo .....	127
6.2.5	Remoción de Estructuras.....	128
<b>6.3</b>	<b>Movilización y Desmovilización .....</b>	<b>129</b>
<b>6.4</b>	<b>Movimiento de Tierra .....</b>	<b>129</b>
6.4.1	Cortes .....	129
6.4.2	Conformación y Compactación .....	129
6.4.3	Botar Tierra Sobrante de Excavación .....	130
<b>6.5</b>	<b>Base de Agregados Naturales .....</b>	<b>130</b>
<b>6.6</b>	<b>Pavimento de Concreto Asfáltico .....</b>	<b>130</b>
<b>6.7</b>	<b>Cunetas Andenes y Bordillos .....</b>	<b>131</b>
6.7.1	Cunetas de Caite de Concreto.....	131

6.7.2	Andenes De Concreto.....	132
<b>6.8</b>	<b>Señalización Horizontal.....</b>	<b>133</b>
<b>6.9</b>	<b>Limpieza Final Y Entrega.....</b>	<b>134</b>
<b>6.10</b>	<b>Consolidación de Resultados DV .....</b>	<b>134</b>
<b>6.11</b>	<b>Listado de Materiales, Mano de Obra y Equipo DV .....</b>	<b>136</b>
<b>Conclusiones .....</b>		<b>139</b>
<b>Recomendaciones.....</b>		<b>140</b>
<b>Bibliografía .....</b>		<b>141</b>

## Índice de Apéndices

<b>Apéndice A Documentación de la Obra .....</b>		<b>i</b>
Apéndice A.1	Juego de Planos del Diseño Hidráulico .....	i
Apéndice A.2	Especificaciones Técnicas del Diseño Hidráulico .....	ii
Apéndice A.3	Juego de Planos del Diseño Vial .....	x
Apéndice A.4	Especificaciones Técnicas del Diseño Vial .....	xi
<b>Apéndice B Ubicación del Proyecto .....</b>		<b>xviii</b>
<b>Apéndice C Catálogos .....</b>		<b>xix</b>
Apéndice C.1	Etapas y Sub Etapas .....	xix
Apéndice C.2	Mano de Obra al Destajo .....	xxiii
<b>Apéndice D Tablas y Formulas Generales .....</b>		<b>xxxv</b>
Apéndice D.1	Fórmulas de área y volumen de cuerpos geométricos ...	xxxv
Apéndice D.2	Desarrollo del círculo .....	xxxvii
Apéndice D.3	Resolución de Triángulos .....	xxxviii
Apéndice D.4	Dosificación de Concreto y Mortero .....	xl
Apéndice D.5	Conversión de Unidades .....	xli
Apéndice D.6	Traslape y Peso de Varillas de acero .....	xlii
Apéndice D.7	Características de Tubos de Concreto Reforzado .....	xliii
Apéndice D.8	Factores para el movimiento de tierra .....	xliv
Apéndice D.9	Porcentajes de Desperdicios .....	xliv
Apéndice D.10	Calculo para el consumo de materiales en soldadura .....	xlvi

## **Capítulo I Generalidades**

### **1.1 Introducción**

El Take-Off o “Cuantificación de Obras” representa una actividad primordial para el cálculo de presupuestos en la industria de la construcción. Su aplicación permite obtener una visión global de un proyecto y las actividades que conlleva, así como los materiales requeridos para su elaboración, permitiendo llevar un control, no solo al momento de la planeación, sino durante la ejecución y supervisión de las obras a realizar.

El presente documento está enfocado en la elaboración de un Manual de Take-Off para obras horizontales, dirigido a estudiantes y docentes de la carrera de Ingeniería Civil, con la finalidad de ser utilizado como referente académico, técnico y práctico en la asignatura de Costo y Presupuesto.

El manual propone una metodología enfocada al proceso del cálculo de materiales y cantidades de obra de un caso práctico: un proyecto de inversión pública de mejoramiento vial y obras de drenaje pluvial propuesto a ejecutarse por la Alcaldía de Managua en el barrio Carlos Núñez, ubicado en el distrito VI de Managua.

Mediante las diferentes fases constructivas y características del proyecto en estudio se pretende ilustrar los criterios y procedimientos para la elaboración del Take-Off, culminando con la presentación de los volúmenes de obra y cantidad de materiales en el listado de etapas y sub etapas establecidas por la “Alcaldía Municipal de Managua” para proyectos de obras horizontales municipales.

## **1.2 Antecedentes**

De forma paralela a la Publicación de los manuales de Diseño y Construcción como lo son el Reglamento Nacional de la Construcción y el NIC-2000, surgen organismos e institutos gubernamentales que fomentan la formación y actualización continua mediante la publicación de documentos y normativas en diversas áreas de la construcción, tales como: El Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal (INIFOM), El Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE) y el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), los cuales, entre sus publicaciones más destacadas, se encuentran manuales enfocados al Take-Off y Presupuesto de Obras.

En 2005, el INIFOM publica el Manual de Presupuesto de Obras Municipales, el cual ofrece un estudio generalizado de los procesos para el cálculo del Take-Off y costos unitarios de obras tanto Verticales como Horizontales.

En el 2008, el MTI en colaboración con Corea y Asociados S.A. (CORASCO) publican el “Manual para la revisión de Costos y Presupuestos” enfocado a las Obras Viales, con el objetivo de servir como instrumento auxiliar en la revisión de presupuestos, permitiendo la mejora en la revisión de propuestas económicas.

Entre los Años 2008 y 2012 el Nuevo FISE publica una serie de documentos complementarios: El Catalogo de Etapas y Sub-Etapas, Maestro de Costos Primarios y Complejos, Guía de Costos, entre otros, los cuales en conjunto ofrecen las herramientas básicas para la elaboración de Presupuestos de Obra.

Por último, instituciones como la Cámara Nicaragüense de la Construcción (CNC) ofrecen catálogos y manuales en constante actualización orientados al desarrollo y fortalecimiento de estudiosos del campo de la construcción, siendo la publicación más destacada la “Lista de Precios de Mano de Obra al Destajo”.

### **1.3 Justificación**

Este documento está inspirado en las actuales y futuras generaciones estudiantiles de la carrera de ingeniería civil, teniendo como principal objetivo dejar un referente de estudio que sea útil en la formación académica de los nuevos profesionales de la construcción, el cual sirva de apoyo a la asignatura de Costo y Presupuesto, complementando los temas abordados durante el curso. Por lo tanto, se presenta un trabajo que consiste en la realización de un manual de Take Off enfocado a las obras horizontales, utilizando como base un proyecto real de esta índole.

El proyecto a evaluar es el “Mejoramiento Vial y Obras de Drenaje Pluvial del Barrio Carlos Núñez”, el cual contiene diversas estructuras y componentes viales, permitiendo ampliar en el desarrollo de esta temática. Se hizo énfasis en este tipo de infraestructuras ya que son las principales obras ejecutadas por las Alcaldías, tomando en cuenta que estas representan un bien comunitario al desarrollo y avance de un país.

Este manual no solo permitirá que los estudiantes amplíen sus conocimientos en el cálculo de volúmenes de obras y materiales mediante el análisis y revisión de los planos constructivos, también incentiva al hábito de autoestudio y brinda herramientas como: la aplicación de hojas de cálculo en Excel, las cuales se registraran en un CD complementario para su uso, y el empleo de software de ingeniería como Autodesk Civil 3D y AutoCAD.

De esta manera, se espera que este complemento educativo represente una gran contribución a la comunidad estudiantil.



## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

- ✓ Elaborar un Manual enfocado al Take Off del Proyecto “Mejoramiento Vial y Obras de Drenaje Pluvial del Barrio Carlos Núñez”, con el fin de ofrecer nuevas herramientas a los estudiantes de Ingeniería Civil sobre el cálculo de cantidades de materiales en Obras Horizontales.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- ✓ Calcular el movimiento de tierra y materiales del diseño vial mediante el uso del Programa Civil 3D, aplicando el Método de las Áreas Medias y Triangulación de Superficies.
- ✓ Determinar las cantidades de materiales por actividad del Diseño Hidráulico, de forma detallada e ilustrativa para su fácil análisis y estudio, implementando el uso de Hojas de Cálculo mediante Microsoft Excel.
- ✓ Presentar un listado de Etapas y Sub Etapas con las cantidades totales de obra calculadas en el proyecto.
- ✓ Proponer un material de apoyo práctico en el estudio de la asignatura “Costos y Presupuestos” impartida en la carrera de Ingeniería Civil.

## Capítulo II Marco Teórico

### 2.1 Definición de proyecto

Según el instituto de ingenieros civiles de España un Proyecto es: “El conjunto de documentos que definen una obra previa a su ejecución”, su propósito es generar una rentabilidad tanto social como económica, dando solución a un problema identificado en un área específica o en una población determinada.

Los proyectos se caracterizan por tener una serie de actividades planificadas, ejecutadas y evaluadas, perseguir objetivos en un plazo específico, responder a las necesidades o dar solución a los problemas detectados, implica la coordinación de los miembros del equipo.

#### 2.1.1 Clasificación de Proyectos de Infraestructura

➤ **Según su sector:**

En este sentido, los proyectos están dirigidos a atender necesidades básicas en la población tanto sociales como económicas.

**Proyectos de infraestructura Pluvial:** Enchape de cauces, canales, Drenaje Secundario, Puentes (Peatonales y Vehiculares), Rampas y Vados. Redes de Agua en las cuales se incluyen: construcción de Sistemas de acueducto y alcantarillado, almacenamiento y distribución de lluvias, entre otros.

**Proyectos de infraestructura vial:** Abarca la construcción de carreteras con carpetas de rodamiento, pistas peatonales, caminos rurales, líneas de ferrocarril y puentes.

➤ **Según su ejecutor pueden ser:**

**De carácter privado:** Son preparados y ejecutados por personas naturales o jurídicas con recursos privados o de crédito.

**De carácter público:** Son ejecutados por entidades gubernamentales con presupuestos de inversión pública y son formulados con base en los planes y programas de desarrollo.

**Mixtos:** Son promovidos y ejecutados coordinadamente entre el sector público y privado a través de las denominadas empresas de economía mixtas según su área de influencia local, regional o nacional.

➤ **Según su grado de dificultad:**

**Proyectos de menor complejidad:** Son aquellos que cuentan con diseño estándar y una plantilla de etapas, sub etapas, actividades predefinidas y cantidades de obras, a excepción de movimiento de tierra, acometidas para servicios básicos y obras de mitigación.

**Proyectos de mayor complejidad:** aquellos que requieren de estudios especializados de suelo, hidráulico, hidrosanitario, estructural y eléctrico y; por lo tanto, se necesita elaborar planos, especificaciones técnicas, "Take-Off" (lista de materiales y actividades de construcción) y presupuesto específico, requiriendo de un equipo de especialistas para su formulación.

### **2.1.2 Ciclo de vida de un Proyecto**

Es el conjunto de etapas a través de las cuales pasa un proyecto de inversión pública, desde que se propone una idea para resolver un problema o una necesidad, pasando por sucesivas etapas de estudio, formulación y priorización, hasta la ejecución de la inversión y su puesta en funcionamiento (operación), donde se generarán los beneficios previstos para la población.

- a) **Diseño:** Definición de los objetivos, indicación de las especificaciones y alcance del proyecto, análisis de actividades y tareas a realizar.
- b) **Planificación:** Lineamientos temporales de recursos y actividades necesarias para cumplir con objetivos en el plazo propuesto. Estableciendo un plan de seguimiento.
- c) **Ejecución:** Puesta en marcha de la planificación por medio de la gestión y trabajo técnico por parte de todos los integrantes del equipo a cargo del proyecto.
- d) **Seguimiento y control:** Aplicación del plan de seguimiento para detectar de forma temprana las desviaciones en la planificación.

- e) **Evaluación y Cierre:** Balance de resultados alcanzados, evaluación de logros de objetivos, cierre del proyecto e informe final.

### **2.1.3 Planificación de un Proyecto**

En esta fase el proyecto ya ha sido aprobado. Contiene las estimaciones de costes, plazos y cronograma de tiempo, justificación del proyecto y su inversión, presentación de una estrategia, gestión de riesgos, plan de acción y organización del equipo de trabajo.

Entre las herramientas utilizadas para la definición de actividades se encuentra los mapas conceptuales/mentales o la EDT (estructura de división del trabajo) y para estimar sus tiempos se usa el Diagrama de Gantt.

De manera general, para establecer el presupuesto de un proyecto se dividen en Costos Directos: Materiales, Mano de obra y Equipo y Costos Indirectos: Operación, de campo, financiamiento, utilidad y adicionales.

### **2.1.4 Documentación Requerida**

A continuación, se describen los documentos que debe contener como mínimo un proyecto de infraestructura.

**Planos Generales:** Topográficos, Arquitectónicos, Planta de Conjunto, estructurales, de cimentación, de secciones, entre otros.

**Planos constructivos:** Son un conjunto de documentos donde se incluyen dibujos/detalles constructivos de la representación gráfica del proyecto. Consta de detalles constructivos e información necesaria para ejecutar la obra. Forman parte de la documentación contractual del proyecto.

**Especificaciones Técnicas:** Es la compilación de estipulaciones y requisitos detallados para la construcción de las obras de un proyecto o el suministro de bienes o servicios.

**Términos de Referencias:** Documento contractual que define el conjunto de lineamientos y orientaciones que describen los objetivos, alcances y productos de un estudio a ser realizado por un proveedor de servicios.

**Memorias Descriptivas:** Es un documento informativo inicial que expone de manera clara y concisa las características del proyecto. Contienen el objeto del proyecto, situación geográfica, condiciones geológicas, antecedentes, descripción de las obras, plazo de ejecución etc.,

**Memorias de Cálculos del Diseño:** Contiene los métodos de cálculos para el dimensionamiento de las obras como superficies, volúmenes y diámetros, anexos que muestran el conjunto de estudios Realizados (de suelo, permeabilidad etc.) y cálculos estructurales.

**El presupuesto de la obra:** Es el cálculo anticipado a la ejecución, en una fecha dada, del costo de una obra a partir de un diseño técnico y sus especificaciones técnicas de construcción. Este presupuesto se elabora haciendo un seguimiento de cada una de las etapas y sub-etapas constructivas de la obra.

**Manuales de operación y mantenimiento:** Contiene recomendaciones de uso, acciones y trabajos que deben realizarse, continua o periódicamente, en forma sistemática, para proteger las obras físicas de la acción del tiempo y del desgaste por su uso y operación, asegurando el máximo rendimiento de las funciones para las cuales éstas han sido construidas.

## **2.2 El Take-Off o Cálculo de cantidades de Obra**

El “Take-Off” es un Vocablo del idioma inglés utilizado en la jerga del sector construcción para definir el cálculo de cantidades de obras de las actividades de un proyecto con sus correspondientes unidades de medida. (FISE, 2017).

### **2.2.1 Características de un Take-Off**

Un Take-Off de obras se realiza tomando en cuenta las unidades de medida en que se van a controlar las diferentes etapas y sub etapas de una obra al momento de la realización de costos (Ejemplo: Limpieza inicial [ $m^2$ ]).

Su principal utilidad es para la elaboración de presupuestos, también es un recurso empleado durante la ejecución de proyectos, permitiendo que el Ingeniero Residente establezca los materiales necesarios para realizar actividades específicas, optimizando recursos e implementado un mejor avance.

### **2.2.2 Importancia del costo y presupuesto en obras civiles**

Presupuestar una obra, es establecer de qué está compuesta (composición cualitativa) y cuántas unidades de cada componente se requieren (composición cuantitativa) para, finalmente, aplicar precios a cada uno y obtener su valor en un momento dado.

La importancia del presupuesto de obra de un proyecto de construcción es muy considerable por ser el documento básico que establece el marco económico para la ejecución de las obras. Lo cual permite la estimación real de sus costos.

De los valores conseguidos, saldrán los precios que competirán con otros licitantes y harán, ganar o perder la adjudicación y en el peor de los casos, causar pérdidas económicas en el cumplimiento de la obra.

## **2.3 Aspectos claves para la cuantificación de obras**

### **2.3.1 Lectura e Interpretación de Planos**

Un componente indispensable para la planeación y ejecución de obras ingenieriles son los planos constructivos. Estos gráficos son parte de la documentación de un proyecto y en esencia representan los aspectos técnicos, constructivos y normativos del mismo.

Hace años, los planos eran realizados a mano mediante el uso de instrumentos de dibujo. Hoy en día, por la constante innovación tecnológica, estos dibujos técnicos son elaborados a través de programas especializados, los cuales a su vez permiten extraer información digital ampliando las posibilidades en el campo del diseño arquitectónico y estructural.

La lectura e interpretación de planos, así como su manejo dentro de programas computacionales, es un requisito para el Cálculo de Cantidades de Obras y Materiales, puesto que dentro de ellos se encuentra la mayoría de información medular del proyecto, complementada por las especificaciones técnicas.

### 2.3.1.1 Conceptos Básicos

- ✓ **Plano de Construcción:** Representación Gráfica, en dos dimensiones y a determinada escala, de todos los elementos que plantea un Proyecto.
- ✓ **Escala:** Relación existente entre las dimensiones de un dibujo y las dimensiones reales del objeto representado. Por ejemplo, La escala 1:100 se interpreta como: Un centímetro en el dibujo equivale a cien centímetros en el mundo real.
- ✓ **Cotas:** Son las medidas de las características de un objeto expresadas mediante Líneas y Cifras dentro del plano o dibujo técnico.
- ✓ **Vistas:** Son las proyecciones ortogonales de un objeto según las distintas direcciones desde donde se mire, las cuales son: Vista Frontal, Trasera, Superior, Inferior, lateral Izquierdo y Lateral Derecho.
- ✓ **Cortes:** Es la representación de un cuerpo (Estructura, Pavimento, Etc.) visto desde el interior mediante un trazo delimitador, mostrando detalles que no se ven en otras vistas.

### 2.3.1.2 Características de los Planos

- ✓ Deben ser fácilmente comprensibles para cualquier técnico, contratista o instalador ajeno al proyectista.
- ✓ La información contenida en los planos debe ser suficiente como para ser la única guía del proyecto.
- ✓ Al ser resultado del diseño, debe expresar de forma adecuada los procesos de ingeniería con los cuales contar.
- ✓ Deben tener en consideración las condiciones del área que rodea al proyecto y expresarlas claramente.
- ✓ Debe ser “Medible”, puesto que en base a ellos se hacen las mediciones y presupuestos.

### 2.3.1.3 Planos indispensables en Obras Viales y Drenaje

Cada proyecto es único y diferente entre sí, por lo que la cantidad y tipos de planos a utilizar variará en dependencia de las necesidades y envergadura de la obra. En

este apartado se mencionan los tipos de planos indispensables para la construcción de proyectos viales y de drenaje.

- a) **Plano Topográfico:** Representa gráficamente las variaciones en la superficie de terreno, tanto en planimetría como altimetría, incorporando elementos como: elevaciones, curvas de nivel, arbolado, mobiliario urbano, registros y servicios, líneas eléctricas y telefónica, rampas, pendientes, etc. Ofreciendo las coordenadas de cada elemento del entorno de trabajo.
- b) **Planimetría del Diseño:** Son planos que incorporan gran cantidad de detalles respecto a la proyección horizontal de la obra, no solo los lindes y superficie del terreno, sino también elementos singulares de la obra como: Curvas, estructuras, demoliciones, estacionamientos, longitudes y direcciones, etc.
- c) **Altimetría del Diseño:** Son planos similares a los planímetros, orientados a representar las elevaciones de los elementos sobre una proyección horizontal de la obra.
- d) **Plano de Perfiles:** Es la representación gráfica de la intersección del terreno con un plano vertical a lo largo del alineamiento del proyecto (Calles, Líneas de Drenaje). Muestra la rasante de la obra respecto al perfil natural del terreno dentro de una cuadrícula compuesta por la Elevación vs La Distancia.
- e) **Plano de Secciones:** Es la representación gráfica de la intersección del terreno con un plano vertical perpendicular al alineamiento del proyecto. Muestra los detalles transversales por tramo de la obra respecto al terreno.
- f) **Detalles Típicos:** es la representación bidimensional de un elemento constructivo, zona o componente que necesita ser profundizado para su claro desarrollo durante la ejecución de la obra. Normalmente se componen de vistas y cortes con sus respectivos acotamientos y especificaciones técnicas.
- g) **Detalles Estructurales:** Estos planos se encargan de profundizar en los elementos estructurales que componen una obra en específico. Contienen notas generales que especifican el tipo de materiales, cantidad de elementos, condiciones, etc.



### 2.3.2 Identificación de Conceptos de Obra

Una vez que se conoce el Proyecto y ya habiendo analizado los planos constructivos, lo que sigue es definir conceptos para cada parte del proceso de la obra para posteriormente elaborar la cuantificación.

Un concepto de obra es el conjunto de operaciones manuales y mecánicas que el contratista realiza durante la ejecución de la obra de acuerdo a planos y especificaciones, divididas convencionalmente para fines de medición y pago; incluyendo el suministro de los materiales correspondientes cuando éstos sean necesarios. Dichos conceptos pueden ser: Excavaciones, Cimentaciones, Muros, Columnas, Losas, Instalaciones, etc. Ejemplo de concepto con especificación: “Muro de bloque de 10 cm de espesor asentado con mortero 1:3”

### 2.3.3 Unidades de Medidas

Una unidad de medida es una cantidad estandarizada de una determinada magnitud física, definida y adoptada por convención o por ley. Estas pueden ser de dos tipos:

**Genéricas:** Se refieren a la unidad específica en la que se mide un material concreto. Por ejemplo: litros de agua, Quintales de Varilla, bolsas de cemento.

**Compuestas:** es aquella unidad que contempla varios materiales dentro de sí, pero es tratada como un todo. Ejemplo: metro cuadrado de repello, quintal de armado, metro lineal de cuneta.

La unidad de medición que se le asigne a cada concepto de obra varía dependiendo de lo que se trate y de cómo se va a pagar dicha actividad en el presupuesto. Para medir cada partida de obra, se utilizará la unidad de medida más adecuada a las características geométricas o físicas del material o elemento constructivo.

Por ejemplo, una excavación se mide en metro cúbico, muros en metros cuadrados, acero de refuerzo en kilogramos o quintales, etc.

### **2.3.3.1 Conversión de unidades**

Una vez determinadas las cantidades de obra, se debe convertir las unidades resultantes del proceso de cálculo a unidades comerciales que predominen en el mercado local, en la que estos materiales puedan ser adquiridos, sin ningún tipo de confusión.

Ejemplo: Los clavos se calculan por unidad, pero se venden por libras. Los bloques se calculan en metro cuadrado, pero se venden por unidad. El cemento se calcula en volumen, pero se vende por bolsa. El hierro se calcula por metro lineal, pero se vende en quintal.

### **2.3.4 Materiales de Construcción en Obras Horizontales**

Son todos los elementos que conforman las obras de construcción, cualquiera que sea su naturaleza, composición o forma, de tal manera que sus características cumplan con los requisitos del proyecto

Los materiales naturales sin procesar (arcilla, arena, mármol) se suelen denominar materias primas, mientras que los productos elaborados a partir de ellas (ladrillo, vidrio, baldosa) se denominan materiales de construcción.

#### **2.3.4.1 Clasificación de Materiales**

**Materiales pétreos:** Son agregados de partículas minerales muy grandes y sin forma determinada, los cuales se encuentran en la naturaleza. Son muy apreciados por la construcción, por ser de alta resistencia a las condiciones medioambientales, sin embargo, tienden a tener un coste alto. Los más comunes son: calizas, mármol, granito, pizarra y áridos.

**Materiales metálicos:** son metales transformados mediante procesos físicos y/o químicos, los cuales se utilizan en la fabricación de estructuras compuestas. La gran mayoría de los metales que se encuentran en la naturaleza están mezclados con otros elementos, por lo que se deben someter a procesos de limpieza antes de su utilización. Los más comunes son: Aluminios, aceros y hierros.

**Materiales aglomerantes:** Son el resultado de la combinación de dos o más materiales en un producto cuyas propiedades son más completas o se ven drásticamente reforzadas. Los más comunes son: Morteros, hormigones, alquitranes, etc.

**Materiales aglutinantes:** son materiales que poseen la propiedad de unir o adherirse a otros (generalmente de naturaleza pétreo), para formar masas más o menos plásticas que permite moldearlos y obtener otros productos. Los más comunes son: Cemento, Yeso, Cal, etc.

**Materiales Orgánicos:** son fundamentalmente productos de origen vegetal y algunos subproductos simples de estos. Los más comunes son: Madera, Bambú, Corcho, etc.

**Materiales sintéticos:** son materiales derivados principalmente del petróleo. Se trata fundamentalmente de plásticos y polímeros cuya ventaja en la construcción es la estabilidad e inalterabilidad.

### **2.3.5 El Factor de Desperdicio**

Marco Galarza (2011) define el Desperdicio de Materiales como: “todo consumo de recurso material en cantidades mayores a las necesarias para la elaboración de un producto de construcción de acuerdo a las especificaciones reflejadas en los documentos técnicos o a los criterios establecidos por los encargados de obra”.

Si un recurso se usa de más y no está generando un valor agregado o un valor al producto final, esto es un desperdicio. Cada uno de los materiales tiene su propio parámetro de desperdicio, que generalmente se expresa por medio de un porcentaje (%). Incluso, hay materiales en los que presupuestariamente NO se considera desperdicio. O sea que, su porcentaje de desperdicio es cero.

### **2.3.6 Tipos de desperdicios**

**Por defecto:** Este tipo de pérdida es causada durante el proceso de manufactura del material o producto.

**Por manejo inadecuado y almacenamiento:** Un inventario deficiente propicia las pérdidas por robo, vandalismo, accidentes, clima y otras causas evitables.

**Pérdidas por transporte:** Ocurre cuando un material, parte o pieza es movida innecesariamente a una distancia para luego ser almacenada y temporalmente reordenada.

**Por espera:** Se da cuando el trabajador esta ocioso frente a una máquina, sirviendo solo como un observador, o por falta de coordinación, falta de materia prima, fallas en los procesos o sincronización, etc.

**A lo largo de la ejecución de la obra:** Sucede cuando el equipo o las operaciones no son costo-efectivas, hay exceso de capacidad o ineficiencia. También se da por una falta de supervisión y control sobre la mano de obra,

### 2.3.7 Listado de Etapas y Sub-Etapas y Presentación de resultados.

La forma y estructura en la que se elabora un presupuesto es de acuerdo a un formato llamado: Catálogo de Etapas y sub-etapas, el cual es un inventario o lista de descripciones de conceptos dispuestos de acuerdo a una aproximación de un proceso constructivo que agrupan las actividades de un proyecto. Su uso no es obligatorio, pero con el tiempo este se ha generalizado de tal forma que permite controlar y darle seguimiento a la ejecución de las obras.

*Ilustración 1 Ejemplo de Listado de Etapas de una obra horizontal.*

Tipo	Código	Descripción	U/M	Cantidad
<b>Etapas</b>	<b>040</b>	<b>Mantenimiento de vías</b>		
Sub Etapa	01	Bacheo Profundo en zonas inestables	m <sup>3</sup>	1.00
Sub Etapa	02	Bacheo Superficial	m <sup>2</sup>	1.00
Sub Etapa	03	Sello de Grietas mecanizado	m <sup>3</sup>	1.00
Sub Etapa	04	Fresado de Carpetas Asfálticas	m <sup>3</sup>	1.00
Sub Etapa	05	Preparación de superficies adoquinadas	m <sup>2</sup>	1.00
Sub Etapa	06	Tratamiento de Cárcavas	m <sup>3</sup>	1.00
Sub Etapa	07	Rectificaciones	m <sup>3</sup>	1.00

**Fuente:** Nuevo FISE

Las actividades del proyecto, como las sub-divisiones, se definen a través del juego de planos, las especificaciones técnicas y los requerimientos constructivos, que posteriormente son presentadas en forma de Listado y se referencian mediante códigos previamente establecidos por la empresa ejecutora. Los cuales permiten llevar un mejor registro de las operaciones a realizar, estableciendo un orden.

## **2.4 Las Obras Horizontales**

El Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal (INIFOM) la define como: “Todas aquellas obras que son ejecutadas sobre la superficie terrestre iniciando de un punto de partida hacia otro punto fijo”. En otras palabras, se pueden representar como el “Eje X” de un plano cartesiano.

### **2.4.1 Tipos de Obras Horizontales**

Se pueden clasificar según su dimensionamiento y características en:

- **Construcción de Vías Terrestres:** Carreteras con Carpeta de Rodamiento (Asfalto, Adoquines, Concreto Hidráulico), Mejoramiento de Caminos Rurales, Ferrocarriles, pistas de Aeropuertos, etc.
- **Construcción de Sistemas de Drenaje Pluvial:** Revestimiento de Cauces, Canaletas, Alcantarillado, Rampas, Vados, etc.
- **Construcción de Pistas Peatonales:** Andenes, Bulevares, senderos, ciclo-vías, etc.
- **Construcción de Sistemas Sanitarios y de Agua Potable:** Plantas de Tratamiento de aguas residuales, Acueductos, etc.

## **2.5 Mejoramiento Vial**

*“La red vial es imprescindible para el desarrollo y crecimiento de un país”*, magíster Julián Rivera, especialista en transporte por la Universidad de Piura.

Las vías terrestres son obras de infraestructura de transporte diseñadas para facilitar la comunicación entre diferentes regiones y disminuir el tiempo que lleva trasladarse de un punto a otro, ya sea con bienes, mercadería, materia prima,

alimentos, agua, combustible, entre otros. No obstante, a medida que las redes viales se van utilizando: las vías son deterioradas por el transporte de carga, esto se debe normalmente por una baja resistencia de su composición. Por lo que, para elevar el estándar de esa vía, implica que se realice una modificación sustancial de la geometría y de la estructura del pavimento, es ahí donde se hace uso del término mejoramiento vial.

### 2.5.1 Tipos de Pavimentos

Pavimento: “Estructura que consta de una o más capas de materiales, colocados sobre el terreno acondicionado; capaces de soportar los esfuerzos generados por un flujo vehicular, a fin de distribuir de manera eficiente las cargas que este genera, sin que sobrepasen las tensiones admisibles de sus distintas capas de apoyo y de los suelos de fundación”. Tomado del Diccionario de la construcción.

Debido a la transmisibilidad de los esfuerzos en las capas estructurales los pavimentos se pueden clasificar en cuatro grupos:

- **Pavimentos Flexibles:** Son aquellos cuya estructura total se deflacta o flexiona dependiendo de las cargas que transitan sobre él. El uso de pavimentos flexibles se realiza fundamentalmente en zonas de abundante tráfico como puedan ser vías, aceras o parques.
- **Pavimentos Semi-rígidos o Semi-flexibles:** Este tipo de pavimentos, a diferencia de los flexibles convencionales, posee materiales tratados con cemento usados como base o sub-base.
- **Pavimentos Rígidos:** Estos utilizan una capa de Concreto, simple o armado, como superficie de rodamiento para la circulación vehicular, la que se encuentra apoyada directamente sobre una base granular. Sin embargo, a pesar que presentan alta resistencia, no son capaces de flexionarse.
- **Pavimentos Articulado:** Son los pavimentos que están compuestos por una carpeta de rodamiento conformada por bloques de concreto prefabricados o arcilla, de espesor uniforme. Comúnmente están ubicados sobre una capa delgada de arena, la cual a su vez se apoya sobre una capa de base granular.

## **2.6 Drenaje Pluvial**

El drenaje se define como: Sistema de tuberías interconectadas que permite el desalojo de los líquidos pluviales o de otro tipo, el cual funciona gracias a la Gravedad y los principios de la Hidráulica.

Debido al crecimiento poblacional, es de suma importancia el acondicionamiento urbanístico en sectores con gran densidad de habitantes, esto se ve reflejado en la construcción de calles pavimentadas, aceras para el paseo peatonal y losas de piso. Estos cambios a la superficie del terreno llevan a su impermeabilidad total, provocando que las aguas de lluvia se acumulen superficialmente, ocasionando inundaciones en áreas de interés como viviendas, comercios e industrias. También dificulta el paso de un lugar a otro y al estancarse grandes cantidades de agua se producen enfermedades, esto debido a la descomposición de materia orgánica contenida en el líquido y la crianza de mosquitos.

Dado el peligro que representan las lluvias en ciudades y demás sectores urbanos, surge la necesidad de desviar de forma artificial estas aguas, diseñando sistemas de drenaje que superen en capacidad a las corrientes naturales existentes.

### **2.6.1 Componentes Principales**

#### **➤ Estructuras de Captación**

Consisten en desagües, también conocido como bocas de tormenta. Son estructuras que recolectan el agua que escurre sobre la superficie del terreno y la conducen al sistema de alcantarillas. Se ubican en puntos previamente determinados a través de estudios hidrológicos, con el fin de interceptar el flujo superficial en cruces y avenidas, también en puntos bajos del terreno donde el agua pudiera estancarse.

Son cajas que funcionan como desarenador. Poseen coladeras que evitan el paso de basura, ramas y otros objetos que pudieran obstruir los ductos de drenajes. Existen varios tipos, a los cuales se les conoce normalmente como tragantes.

### ➤ Estructuras de Traslado

Son las encargadas de transportar las aguas recolectadas por las estructuras de captación hasta el sitio de vertido. Se pueden clasificar ya sea de acuerdo a la importancia o según el material y método de construcción que se utilice. Se dividen en: conductos, subcolectores, colectores y emisores.

- a) Se les llama **conductos** a las estructuras de menor diámetro en la red. Se encargan de captar el agua recibida por los Tragantes.
- b) Los **subcolectores** son estructuras de mayor diámetro que los conductos. Reciben directamente el agua de dos o más conductos y la transfieren hacia los colectores.
- c) Los **colectores** son las estructuras de mayor tamaño en la red y representan la parte medular del sistema. Su función es reunir el agua recolectada por los subcolectores y llevarla hasta el punto de salida de la red e inicio del emisor.
- d) El **emisor** conduce las aguas hasta el punto de vertido. Se le distingue de los colectores porque no recibe conexiones adicionales en su recorrido.

### ➤ Estructuras de Conexión y Mantenimiento

Son estructuras subterráneas construidas hasta el nivel del suelo o pavimento, lo suficientemente amplias como para que una persona baje y realice maniobras en su interior.

Se les conoce como pozos de visita o cajas de visita según sus dimensiones. Este tipo de estructuras facilitan la inspección y limpieza de los conductos de una red de alcantarillado, y también permite la ventilación de los mismos. Su existencia en las redes de alcantarillado es vital para el sistema, pues sin ellas, estos se taponarían y su reparación podría ser complicada y costosa..

### ➤ Estructuras de Vertido

Se le denomina estructura de vertido a aquella obra final del sistema de alcantarillado que asegura una descarga continua a una corriente receptora. Tales estructuras pueden verter las aguas de emisores consistentes en conductos cerrados o de canales.



### ➤ **Instalaciones Complementarias**

Las obras o instalaciones complementarias en una red de alcantarillado son estructuras que no siempre forman parte de esta, pero permiten un mejor desempeño de la misma. Entre ellas se encuentran las plantas de bombeo, vertedores, cruces elevados, canaletas, puentes, etc.

### ➤ **Disposición Final**

Se le llama disposición final al destino que se le dará al agua captada por un sistema de alcantarillado. En la mayoría de los casos, las aguas se vierten a una corriente natural que pueda conducir y degradar los contaminantes del agua.

## **2.7 Movimiento de Tierra**

El Movimiento de Tierra es una actividad constructiva muy frecuente en la ejecución de infraestructuras viales, desarrollo urbano, social e industrial del País.

El movimiento de tierra se define como: “acción realizada por el hombre para variar o modificar la topografía de un área específica con el propósito de adaptarla a las necesidades de un proyecto, generalmente, mediante el uso de maquinaria diseñada específicamente para este tipo de trabajo”.

### **2.7.1 Tipos de movimientos de tierra**

**Conformaciones:** En esta no se produce un cambio brusco a la topografía del sitio. Generalmente se utiliza para acondicionar un terreno, eliminando oquedades, picos, lomas, etc. Ejemplo: Conformación de Caminos de Tierra a comunidades con acceso limitado.

**Explanaciones:** Esta genera cambios significativos a la topografía del sitio, lo cual conlleva al movimiento de grandes volúmenes de Tierra (Cortes y Rellenos), se utiliza para amplios proyectos de Construcción. Ejemplo: Terrazas para Edificios.

**Excavaciones:** Es una actividad que puede ser realizada a través de medios manuales (Palas y Picos) o mecánicos (Excavadoras), con el fin de construir estructuras por debajo del Nivel del Terreno. Ejemplo: Instalación de Tuberías, Construcción de Pozos, Cimentaciones, Sótanos, etc.

### 2.7.2 Clasificación de las Excavaciones

**Excavación en terreno blando:** El material del suelo puede ser de tipo arenoso, arcilloso o limoso, o una mezcla de estos materiales; también puede contener materiales de origen orgánico.

**Excavación en terreno semiduro:** El material puede ser en tal caso una mezcla de grava, arena y arcilla, moderadamente consolidada, o bien una arcilla fuertemente consolidada.

**Excavación en terreno duro:** El material puede ser una mezcla de grava, arena y arcilla, fuertemente consolidada.

**Excavación en terreno muy duro:** El tipo de material puede ser una roca Semi-descompuesta. Puede ser ejecutada valiéndose necesariamente del uso de maquinaria especializada.

**Excavación en roca:** El material puede estar constituido por un manto de roca, o por piedras de gran tamaño, que no pueden ser removidas mediante el uso de maquinaria. Precisa para su ejecución el uso de explosivos.

**Excavación en obras complementarias:** La excavación que se ejecute en la construcción de obras complementarias, tales como soleras, cámaras, sumideros, tuberías, etc., se cubicará separadamente, y se agregará al volumen total de excavación.

### 2.7.3 Abundamiento y Enjutamiento

Todos los terrenos al ser excavados sufren un aumento de volumen. Este incremento, expresado en porcentaje del volumen en sitio, se llama **Abundamiento o Esponjamiento**.

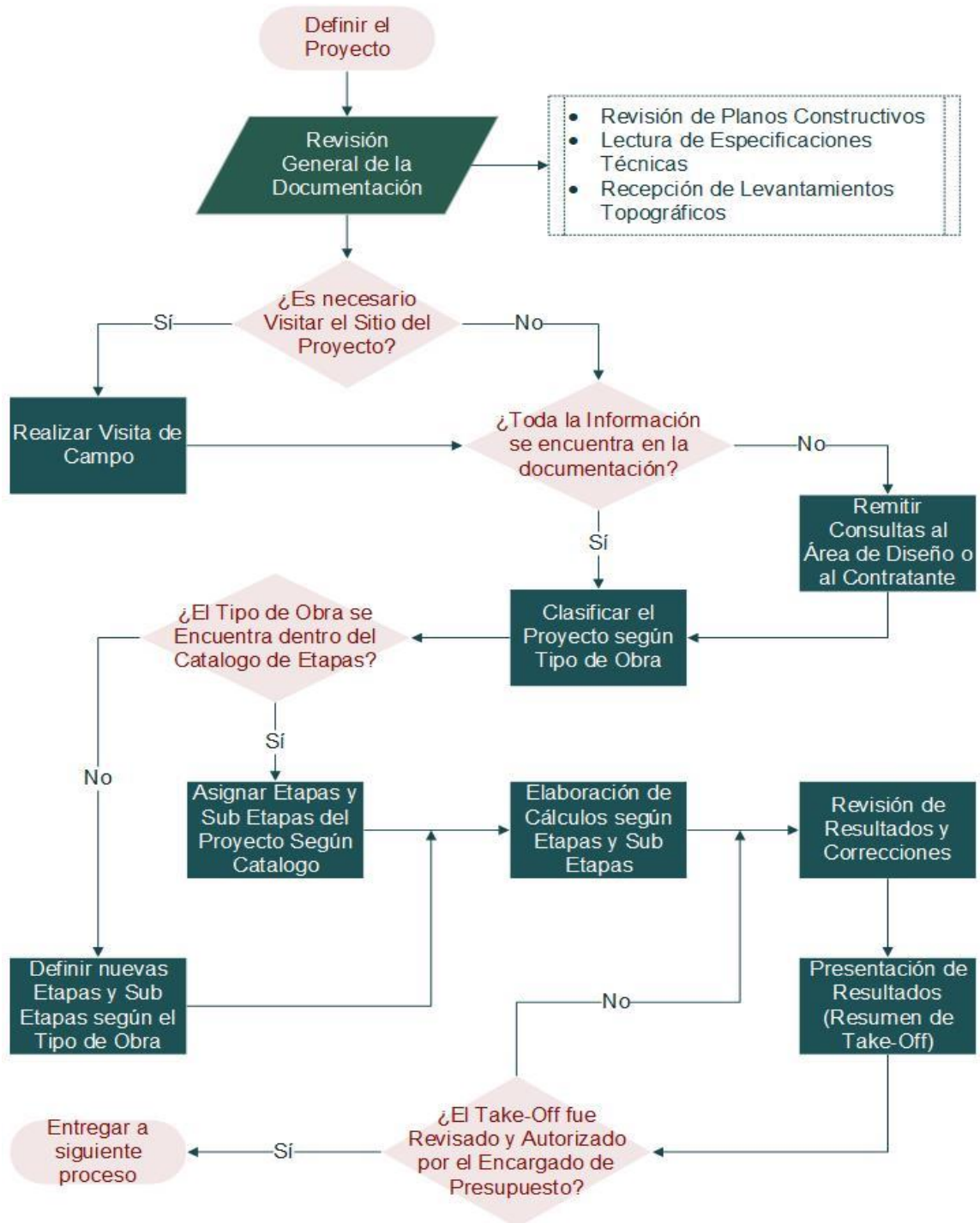
Si el material se emplea como relleno, puede en general, recuperar su volumen e incluso puede reducirse. A esta reducción, expresada en porcentaje de volumen en sitio, se llama **Enjutamiento o Compactación**.

Para la cubicación del material de la excavación, se considera su volumen antes de ser excavado; en ningún caso el volumen transportado, que es mayor debido al esponjamiento, el cual se conoce como **Volumen de Banco**.

## Capítulo III Diseño Metodológico

### 3.1 Flujo de Procesos para la Elaboración del Take-Off

*Ilustración 2 Flujo de Procesos para la Elaboración del Take Off*



**Fuente:** Elaboración Propia

**Definir el Proyecto:** El primer paso es definir el proyecto con el cual se estará trabajando, en este caso: “Obras de Drenaje Pluvial del Barrio Carlos Núñez”.

**Revisión General de la Documentación:** Se debe dar un vistazo general a toda la documentación de la obra previo a dar inicio a la elaboración del Take-Off, esto para evitar cualquier tipo de consulta y/o atrasos durante el proceso de cálculo.

**Realización de Visita de Campo:** En el caso que en los planos o en las especificaciones técnicas de la obra se obvie información necesaria para los cálculos y esta pueda ser corroborada en el terreno, se debe realizar una visita al sitio del proyecto.

**Remisión de Consultas:** En el caso que falte información en los planos constructivos y en las especificaciones técnicas, es necesario presentar un listado de consultas al área de Diseño o al Contratante.

**Clasificación de Proyecto según tipo:** Se debe determinar a qué grupo pertenece el proyecto con el cual se trabajará. Ejemplo: Proyectos Pluviales.

**Asignación de Etapas y Sub Etapas:** en dependencia de la clasificación del proyecto, se asignan las Etapas y Sub Etapas correspondientes según el catálogo de etapas establecido. (*Ver Apéndice C.1 “Catalogo de Etapas y Sub Etapas”*)

**Elaboración de Cálculos:** Una vez recopilada la información necesaria y asignada las etapas requeridas, se procede a elaborar el Take-Off de la Obra.

**Revisión de Resultados y Correcciones:** Finalizados los cálculos, se procede a revisarlos y realizar correcciones en caso que las requiera.

**Presentación de Resultados:** Se elabora el Resumen de Take-Off detallando: etapas, sub etapas, actividades y materiales necesarios.

**Entregar al siguiente proceso:** Una vez finalizado el proceso y que el Take-Off haya sido revisado y autorizado, se procede a entregar el trabajo al siguiente proceso para continuar con el consolidado del “Costos y Presupuesto” de la Obra. (Ejemplo: Calculo de Costo Indirectos, Costos por Alquiler de Equipo, Costos Horarios de Personal, Costos Administrativos, Cotización de Materiales, Etc.)

### 3.2 Estructura y Aplicación de las Hojas de Calculo

Dentro del CD adjunto se pueden encontrar los libros de Excel utilizados en la elaboración del presente manual: “Take Off Diseño Hidráulico.xlsx” y “Take Off Diseño Vial.xlsx”.

**Tabla 1** Estructura de Libros Excel Contenidos en el CD

Nombre de Hoja	Contenido
<b>Take Off Diseño Hidráulico.xlsx</b>	
01 - Trazo y Niv.	Trazo y Nivelación: Cálculos Completos
02 - Dem. & Rest.	Demoliciones y Restauraciones: Cálculos Completos
03 - Alc. Pluvial	Alcantarillado Pluvial: Cálculos Completos
04 - PVP Mamp.	Pozo de Visita [Mampostería]: Cálculos Completos
05 - PVP Conc.	Pozo de Visita [Concreto Reforzado]: Cálculos Completos
06 - Trag. Triple	Tragantes Triples: Cálculos Completos
07 - Trag. Parrilla	Tragante de Parrilla: Cálculos Completos
08 - Rampa Adoq.	Rampa de Adoquines: Cálculos Completos
09 - Cab. & Ramp.	Cabecal y Rampa: Cálculos Completos
Consolidación de Resultados	Consolidación de Resultados en Formato de Alcances [Etapas & Sub Etapas]
Listado MAT, MO, EQ	Listado de Total de Materiales, Mano de Obra y Equipo [Tabla Dinámica]
<b>Take Off Diseño Vial.xlsx</b>	
Datos Iniciales	Datos Generales del Proyecto
Cubicación	Cubicación de Componentes Viales [Tabla Dinámica]
Cálculos	Cálculos Completos para todas las Actividades
Consolidación de Resultados	Consolidación de Resultados en Formato de Alcances [Etapas & Sub Etapas]
Listado MAT, MO, EQ	Listado de Total de Materiales, Mano de Obra y Equipo [Tabla Dinámica]

**Fuente:** Elaboración Propia

En cada hoja del libro se utiliza un color como distintivo para diferenciar el tipo de contenido: Azul Oscuro hace referencia a datos y cálculos y Amarillo a Resultados.

Ambos libros Excel están directamente ligados a sus capítulo equivalente:

**0Fuente:** Alcaldía de Managua

Take-Off del Diseño Hidráulico & **Capítulo VI Take-Off del Diseño Vial**, complementándose entre sí.

**En el Libro del Diseño Hidráulico**, las hojas de cálculo están divididas en 4 secciones principales:

- **Datos Iniciales:** en esta sección se ingresan toda la información necesaria para realizar los procesos de cálculo posteriores. Todos los datos deben ser ingresados de forma manual (Dimensiones, características, cantidades, etc.)
- **Calculo de Obras Grises:** Son un conjunto de tablas formuladas encargadas de determinar cantidades y materiales para obras grises (Concretos, Mamposterías, Acero, etc.). Todos los cálculos son automáticos.
- **Calculo de Materiales de Formaleta:** se determina los materiales por formaleta utilizando imágenes de referencia. Todos los cálculos son automáticos.
- **Movimiento de Tierra y Trazo/Nivelación:** Esta sección condensa dos actividades, ya que ambas están ligadas. Todos los cálculos son automáticos.

Al final de cada sección de cálculo se presenta el resumen de resultados con el cálculo de desperdicios, los cuales pueden ser ingresados manualmente (Los valores utilizados se obtuvieron del *Apéndice D.9 Porcentajes de Desperdicio*).

**En el Libro del Diseño Vial**, debido a que la mayoría de información se obtiene mediante “Civil 3D”, todos los datos y cálculos complementarios se condensan en 3 hojas de cálculo, las cuales se subdividen en dependencia de las actividades.

### **3.2.1 Consolidación de Resultados y Listado de Materiales**

Al final de los dos libros Excel de Take Off se encuentran las hojas de “Consolidación de Resultados” y “Listado de Materiales, Mano de Obra y Equipos”, los cuales condensan toda la información trabajada previamente.

**“Consolidación de Resultados”** vincula toda la información obtenida en las hojas de cálculo anteriores, organizándola según etapas. Esta se compone por 7 columnas, las cuales se definen a continuación:

- **Etapas:** En esta columna se ingresa el código de etapas y sub etapas establecidos según catálogo. También se desglosan los códigos de las actividades y los códigos de tipo (MAT: Material, MOB: Mano de Obra, EQP: Equipos, TOP: Topografía).
- **Descripción:** Se ingresan las descripciones y/o nombres de las etapas, sub etapas, actividades y materiales.
- **Unidad Calculada:** Se refiere a la unidad de medida en la que se calculó un elemento, material o actividad (Ejemplo: M2, M3, ML, etc.)
- **Total Calculado:** Es el valor obtenido de las hojas de cálculo anteriores para un elemento, material o actividad.
- **Factor de Conversión:** En el caso que un material o actividad haya sido calculado en una unidad distinta a la comercial, se utiliza un factor para convertirla. Este valor se ingresa manualmente. (Ejemplo: Metro Cubico de Agua = 264.172 Galones, 1 Metro cubico de Cemento = 35.315 Bolsas de 45.5 Kg, etc.)
- **Unidad Comercial:** Se refiere a la unidad en la que un material o actividad se maneja en el mercado.
- **Total Comercial:** Es el valor obtenido tras multiplicar el Total Calculado por el Factor de Conversión.

Debido a la gran cantidad de información que contiene esta hoja, se utilizan los **botones de agrupación** para tener una mejor visualización del contenido.

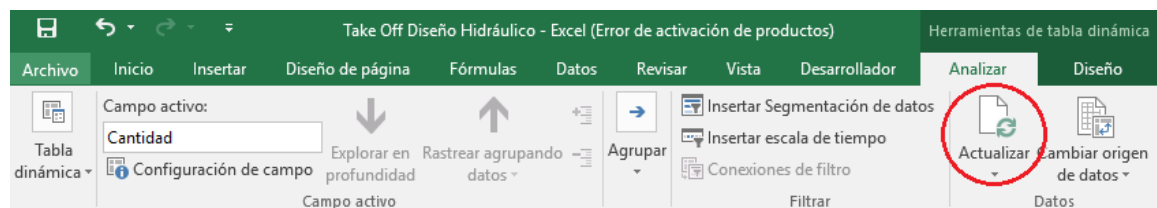
Estos botones aparecen como un “*Símbolo Más*” [+] a la izquierda y en la parte superior del entorno de trabajo de la hoja de cálculo. Al presionarlo se despliega o retrae el conjunto de información contenida en cada sub etapa, permitiendo visualizar/ocultar los materiales, mano de obra, equipos y demás información contenida.

A la par o por encima aparecerán 2 botones con los números “Uno” [1] y “Dos” [2] en su interior, los cuales simbolizan los niveles de agrupación utilizados. Al presionarlos activa o desactiva todas las agrupaciones correspondientes a ese nivel.

El “**Listado de Materiales, Mano de Obra y Equipos**” es una Tabla Dinámica<sup>1</sup>, la cual se encarga de enlistar todas las actividades y materiales contenidas dentro del Take Off, agrupándolas según su Tipo (Material, Mano de Obra, Equipo, Topografía).

En el caso que un material o actividad aparezca varias veces en el Take Off, la tabla se encarga de sumar todos los valores correspondientes a este material y condensarlo en uno solo, obteniendo así el total a utilizar en todo el proyecto. Al dar doble clic en el valor de una actividad, se abrirá una nueva hoja de cálculo que contendrá todas las veces que esta actividad aparece en el Take Off y las distintas cantidades que contiene en cada actividad. El listado de materiales servirá principalmente para realizar cotizaciones en distintos lugares para optimizar fondos y el listado de mano de obra permitirá realizar los análisis de salarios y costos horarios, al igual que el listado de equipos. Cada vez que se introduzcan nuevos datos al libro Excel, o se incluyan nuevas actividades a la hoja de resultados del Take Off, bastara con “Actualizar” la tabla, para que esta arroje los nuevos resultados.

### ***Ilustración 3 Actualizar Tabla Dinámica.***



***Fuente: Elaboración Propia***

- Hacer Clic en cualquier celda del interior de la Tabla
- En la barra de herramientas aparecerá la ficha “Herramientas de Tabla Dinámica”
- Seleccionar la pestaña “Analizar”
- Hacer clic en el botón “Actualizar” y Listo.

<sup>1</sup> Una tabla dinámica combina y compara en forma rápida grandes volúmenes de datos, permitiendo el análisis multidimensional de los datos al girar las filas y las columnas creando diferentes formas de visualizar reportes. (Como se cita en [www.cavsi.com](http://www.cavsi.com), 2007)



## Capítulo IV Preliminares del Take Off

### 4.1 Revisión General de la Documentación

A continuación, se realiza el chequeo de los componentes de los planos y especificaciones técnicas del Proyecto en Estudio (Ver Apéndice A “Documentación de la Obra”)

**Tabla 2** Checklist para la Revisión de Documentación.

Descripción	Si/No	Observación
<b>1. Caratula</b>		
1.1. ¿Contiene el Nombre del Proyecto?	Si	
1.2. ¿Aparece la Ubicación del Proyecto?	Si	
1.3. ¿Se encuentra la simbología utilizada en los Planos?	Si	
1.4. ¿Se refleja la Longitud del Proyecto?	No	Consultar al área de diseño
<b>2. Planos Topográficos</b>		
2.1. ¿Posee las Coordenadas Reales del Sitio del Proyecto?	Si	
2.2. ¿Contiene la ubicación de los TBM (Temporary Benchmark) con sus respectivas coordenadas y elevaciones?	Si	
2.3. ¿Referencia de forma clara las características y obstáculos del terreno (Arboles, Casas, Losas, Cunetas, Cercos, Cauces, etc.)?	Si	
<b>3. Planimetría del Diseño</b>		
3.1. ¿Los Alineamientos en Vías y Drenaje son debidamente reflejados?	Si	
3.2. ¿Aparecen los Estacionamientos en rangos de 10 metros en Calles y Avenidas?	No	Únicamente en el Diseño Vial.
3.3. ¿Se muestra de forma clara la ubicación y Características de las estructuras a construir y demoler (Calles, Tragantes, Pozos, etc.)?	Si	
3.4. DV ¿Contiene Los Datos de Curvas Horizontales y de Cunetas?	Si	
<b>4. Altimetría del Diseño</b>		
4.1. ¿Se muestran las cotas de elevación en el eje y laterales del diseño vial propuesto?	Si	
<b>5. Planos de Perfiles</b>		
5.1. ¿Se muestra la Rasante de Diseño respecto al perfil del terreno natural?	Si	

Descripción	Si/No	Observación
5.2. ¿Los estacionamientos y las cotas de elevación están debidamente reflejados?	Si	
5.3. ¿Los estacionamientos y ubicación de los elementos constructivos coinciden con los mostrados en el plano de Planimetría?	Si	
5.4. DV ¿Contiene los Datos de Curvas Verticales y Pendientes?	Si	
<b>6. Planos de Secciones</b>		
6.1. ¿Se muestran los perfiles transversales en cada Estacionado con su respectiva información (Peraltes, Anchos, Taludes, Base, etc.)?	Si	
<b>7. Detalles Típicos y Estructurales</b>		
7.1. ¿Se presenta de forma clara y concisa toda la información requerida para la elaboración de las estructuras?	No	Incongruencias en los detalles de Tragantes.
7.2. ¿Las Notas Generales/Estructurales en los planos coinciden y/o son complementadas por las especificaciones técnicas?	Si	
7.3. ¿La información acontecida en tablas de datos concuerda con los demás planos (Ej.: Cotas de Nivel, coordenadas, etc.)?	Si	
7.4. ¿Todos los dibujos y detalles gráficos son medibles según la escala expresada?	Si	
<b>8. Especificaciones Técnicas</b>		
8.1. ¿Contiene información complementaria para cada obra a realizar en el proyecto?	Si	
8.2. ¿Toda la información acontecida en el documento está clara y entendible?	Si	

**Fuente:** *Elaboración Propia*

## 4.2 Visita de Campo

El proyecto en estudio: “Mejoramiento Vial y Obras de Drenaje Pluvial del Barrio Carlos Núñez”, se encuentra ubicado en el Distrito VI de la ciudad de Managua, al costado Este de “Café Soluble”. Su principal vía de acceso es la Avenida “Julio Buitrago” ubicada al norte del km 9.2 de la Carretera “Norte Vía Panamericana”.

### 4.2.1 Verificación de Estructuras a Demoler

Para llevar a cabo la verificación de las estructuras a demoler se realizó previamente un listado detallando todos los elementos presentados en los planos

de planimetría y perfiles del proyecto, los cuales se ubican en los *Apéndice A.1 “Juego de Planos del Diseño Hidráulico”* y *A.3 “Juego de Planos del Diseño Vial”*, esto con el fin de optimizar el tiempo de búsqueda y llevar un mejor control durante la visita:

**Tabla 3** Resumen de Demolición de Estructuras.

Descripción	Coordenadas		Estacionamientos		Punto de Referencia
	X	Y	Inicial	Final	
Plano de Referencia: 05-06 Planta de Diseño Hidráulico (Apéndice A.1)					
Rampa Existente	588171.574	1344061.232	0+248.50	0+248.50	2.15 m al este del PVP-K
Cabezal existente	588093.585	1343846.415	0+149.02	0+149.02	5.48 m al NE del PVP-F
Losa de descarga	588097.033	1343840.110	0+149.92	0+149.92	6.38 m al NE del PVP-F
Tragante parrilla existente	588078.360	1344067.630	-	-	3.30 m al Oeste del PVP-J
Canaleta existente	588089.410	1344063.860	0+170.56	0+251.94	Entre PVP-J Y PVP-K
Tubería existente	588079.810	1344065.080	-	0+170.56	3.30m Oeste del PVP-J
Bordillo existente	588077.800	1344069.000	-	-	2.33 m al Norte de Trag-P
Bordillo existente	588078.410	1344062.100	-	-	2.33 m al Sur de Trag-P
Plano de Referencia: 05-06 Planta de Diseño Vial (Apéndice A.3)					
Cuneta existente	587960.800	1343900.210	0+004.73	0+007.08	calle 2
Cuneta existente	588073.000	1343959.940	0+113.34	0+115.45	calle 3
Cuneta existente	588072.570	1343949.410	0+112.20	0+115.60	calle 3
Cuneta existente	587954.890	1343747.170	0+003.74	0+006.81	calle 4
Cuneta existente	587954.120	1343735.570	0+003.74	0+006.75	calle 4
Cuneta existente	587957.990	1343802.810	0+003.74	0+006.74	Calle 5

Descripción	Coordenadas		Estacionamientos		Punto de Referencia
	X	Y	Inicial	Final	
Cuneta existente	587957.460	1343791.340	0+003.74	0+006.64	Calle 5
Cuneta existente	588023.870	1343688.050	0+005.97	0+038.79	De Av 2-A a calle 6
Cuneta existente	588036.220	1343687.530	0+005.35	0+020.73	De Av 2-A a calle 6

**Fuente:** *Elaboración Propia*

Una vez obtenida toda la información presentada, se procede a constatar la ubicación, dimensiones, puntos iniciales y finales, tipo de material, si requiere o no crear algún desvío durante la demolición de esa estructura, etc. Para esto, se utiliza el plano topográfico del terreno, cintas métricas y GPS. Se llegó a la conclusión que lo mostrado en los planos coincide con lo presente en el terreno, puesto que todos los elementos a demoler se encuentran en las mismas coordenadas y poseen mismas longitudes y dimensiones.

#### **4.2.2 Verificación de Accesos**

Este proyecto contempla en sus alcances únicamente el mejoramiento vial y las obras de drenajes en avenidas, callejones y calles secundarias, por lo cual el tráfico de la calle de acceso principal al sitio, no se afectará durante las operaciones constructivas. Según el recorrido realizado se pudo constatar que la accesibilidad del sitio para el ingreso de maquinarias o equipos no presenta ningún tipo de restricciones.

#### **4.2.3 Revisión de afectaciones al tendido eléctrico.**

Los postes de tendido eléctrico de la localidad no se verán afectados, dado que poseen la altura suficiente para permitir realizar maniobras a los equipos de excavación y al módulo de desalojo, acopio y terrazo.

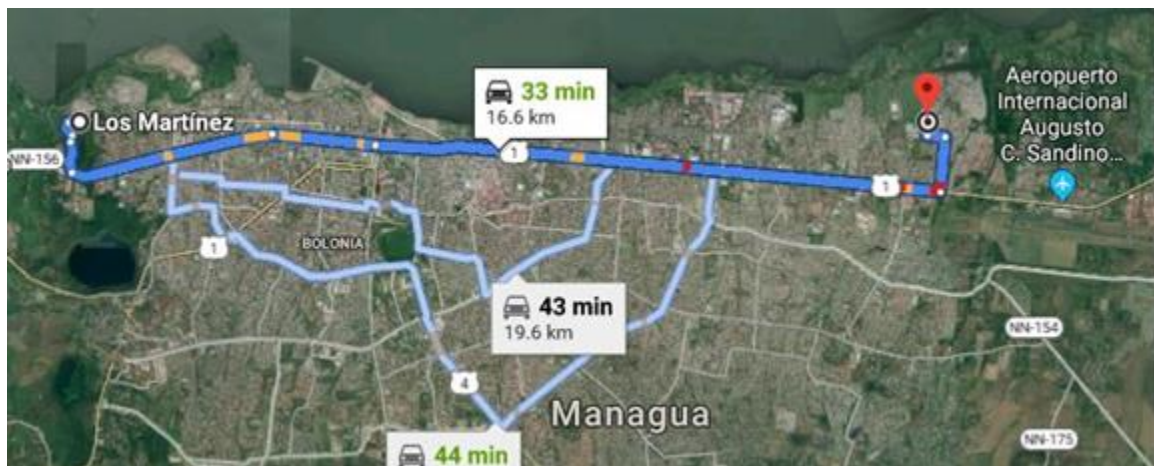
#### **4.2.4 Identificación de los bancos de materiales**

Según lo establecido en el *Apéndice A.4 “Especificaciones Técnicas del Diseño Vial”*, la conformación de terreno a nivel de base debe ser 50 % hormigón rojo y

50% material selecto, procedentes de los bancos de la Pista Sub Urbana y “Los Martínez” respectivamente.

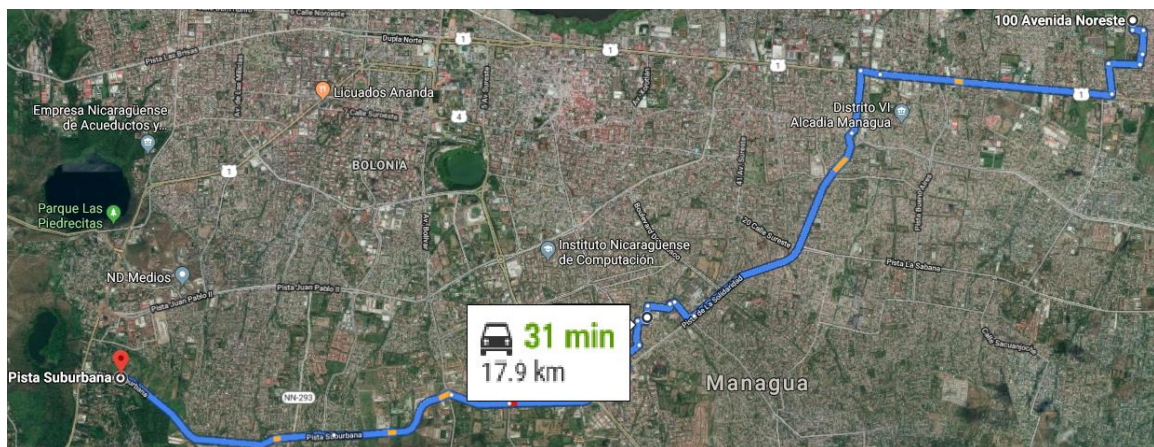
Estos bancos fueron seleccionados basados en parámetros de productividad, tiempo y distancia, para lo cual fue necesario proyectar las rutas más óptimas para el traslado de dichos materiales al sitio del proyecto. Resultando que desde el Banco “Los Martínez” se recorrerá una distancia de 16.5 km y con el Banco de la pista suburbana se recorrerá una distancia de 17.9 km.

**Ilustración 4** Ruta Banco de Materiales "Los Martínez"



**Fuente:** Google Maps

**Ilustración 5** Ruta Banco de Materiales en Pista Suburbana



**Fuente:** Google Maps

#### **4.2.5 Zonas de Acopio de Material de desalojo**

Las zonas donde se descargan los materiales que no son aprovechados del movimiento de tierra deben ser acopiadas en un punto no tan lejano de la obra para evitar mayores costos. Partiendo de este criterio, valoramos que el plantel que cumple tal requisito para este proyecto, es el Plantel provisional ubicado contiguo al complejo habitacional Ciudad Belén, en la parte sur del Aeropuerto Internacional Augusto Cesar Sandino con aproximadamente 6.7 km de recorrido entre este plantel y el proyecto a ejecutar.

Cabe mencionar, que este plantel fue creado de manera emergente para desalojar el material proveniente de la construcción del último tramo de la prolongación de la Pista Larreynaga, ejecutado por la Alcaldía de Managua, el cual facilitará la circulación en Ciudad Belén.

#### **4.3 Remisión de Consultas**

P: La Longitud de los Proyectos no Aparece en la Caratula ¿Cuáles son?

R: *La longitud total de Proyecto Hidráulico es de 398.69ml respecto al alineamiento principal, considerando tuberías secundarias es de 458.24ml y la longitud total de proyecto vial es de 972.63ml entre calles y avenidas.*

P: El diseño vial presenta estacionamientos a cada 10mts en su planimetría, ¿Por qué en el Diseño Hidráulico no se presentan?

R: *Por la naturaleza del cálculo de obras de drenaje, no se consideró necesario representar los estacionados sobre su planimetría, sin embargo, en cada tramo de tuberías se detalla su respectivo estacionamiento inicial y final.*

P: En los planos de Tragante se presentan ciertas inconsistencias entre sus distintas vistas y secciones respecto a medidas, por ejemplo: En los detalles de vigas y columnas se representa a la Viga Corona 2 como un elemento de 20cmx25cm, pero en las secciones se presenta como 20cmx20cm afectando así otras medidas ¿A qué se debe esto? y ¿Qué valor deberíamos considerar correcto?



R: *Esto se debe a un problema recurrente en el Área de Dibujo, ya que ciertos diseños se repiten en muchos proyectos, sin embargo, ciertos valores estructurales cambian en dependencia de las características del sitio y esto puede generar fallos en algunos detalles por parte del dibujante. Es recomendable seguir las indicaciones de los detalles estructurales y las especificaciones técnicas ya que los dibujos solo son una representación de estos. Respondiendo a tu duda, se debería trabajar con la Viga 20cmx25cm.*

P: Otra duda respecto a Tragantes es que, en el plano de detalles aparecen las medidas para 13 estructuras, pero en los planos de conjunto y planimetría aparecen representados únicamente 12 ¿Cuántos son en realidad?

R: *Inicialmente el proyecto contaba con 13 tragantes, pero en el diseño final quedaron únicamente 12, seguramente no se actualizo esa información en el plano de detalles, pero si en el de planimetría.*

P: En el plano de Detalle de Tragante de Parrilla se solicita un concreto de 3000psi, pero con una proporción de 1:1.50:2.75, la cual corresponde a 3500psi ¿Cómo se debería considerar?

R: *Se maneja que el concreto de 3000psi se obtiene con una proporción de 1:2:3, pero para el diseño hidráulico se trabajará con la proporción 1:1.5:2.75 para todas las estructuras con concretos elaborados In Situ (Pozos de Visita de Mampostera, Tragantes, Losas, etc.)*

#### **4.4 Clasificación del Proyecto Según Tipo**

De forma global, el proyecto se clasifica dentro de un gran grupo, al cual se le conoce como **Obras Horizontales**.

**Según su sector**, al ser una obra de gran amplitud, abarcando diversas necesidades y actividades por realizar, esta se clasifica en dos tipos:

- **De Infraestructura Pluvial:** Estructuras de Drenaje.
- **De Infraestructura Vial:** Mejoramiento Vial mediante Asfalto.

**Según su Ejecutor**, al ser elaborado por una entidad gubernamental, hecho con presupuesto de inversión pública, se clasifica: **De Carácter Público**.

**Según su Grado de Dificultad**, al contar con una gran cantidad de actividades y obras menores, esta se clasifica: **De Mayor Complejidad**.

#### 4.5 Asignación de Etapas y Sub Etapas

Una vez clasificado el proyecto se recurre al catálogo de Obra/Etapa/Subetapa proporcionado por la alcaldía municipal de Managua (Ver Apéndice C.1 “Catálogo de Etapas y Sub Etapas”).

El catálogo, junto a las etapas y sub etapas de los distintos tipos de obras elaborados por la Alcaldía, proporciona las unidades de medida en las que cada actividad es pagada, ya sean Metros Lineales [ML], Metros Cuadrados [M2], Metros Cúbicos [M3], etc.

##### 4.5.1 Etapas y Sub Etapas para el Diseño Hidráulico

Las etapas y sub etapas equivalentes a las actividades a realizar se encuentran en el apartado: **“Proyectos Pluviales”**, que comprende de la etapa 500 a la 530.

**Tabla 4** Etapas y Sub Etapas del Diseño Hidráulico.

Código	Descripción	U. M.
<b>Proyectos Pluviales</b>		
<b>500</b>	<b>PRELIMINARES</b>	
02	TRAZO Y NIVELACION	ML
06	DEMOLICIONES Y RESTAURACIONES	GLB
<b>505</b>	<b>ALCANTARILLADO PLUVIAL</b>	
01	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS	M3
02	RELLENO Y COMPACTACION DE SUELOS	M3
05	ALCANTARILLA DE CONCRETO REFORZADO	ML
<b>510</b>	<b>DISPOSITIVOS DE DRENAJE</b>	
01	POZOS DE VISITA	C/U
02	TRAGANTES	C/U
10	RAMPAS	M3
16	MUROS, CABEZALES Y ALETONES DE CONCRETO REFORZADO	M3
29	RAMPAS DE ADOQUIN	M2

**Fuente:** Alcaldía de Managua



#### 4.5.2 Etapas y Sub Etapas para el Diseño Vial

Las etapas y sub etapas equivalentes a las actividades a realizar se encuentran en el apartado: “**Horizontales**”, que comprende de la etapa 05 a la 70.

*Tabla 5 Etapas y Sub Etapas del Diseño Vial.*

Código	Descripción	U. M.
<b>Horizontales</b>		
<b>05</b>	<b>PRELIMINARES</b>	
01	LIMPIEZA INICIAL	M2
02	REPLANTEO TOPOGRAFICO	M2
05	CONSTRUCCIONES TEMPORALES	M2
06	ROTULO	C/U
07	REMOCION DE ESTRUCTURAS	GLB
<b>15</b>	<b>MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION</b>	
01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	GLB
<b>20</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>	
01	CORTES	M3
05	CONFORMACION Y COMPACTACION	M2
09	BOTAR TIERRA SOBRANTE DE EXCAVACION	M3
<b>30</b>	<b>BASES Y SUBBASES</b>	
01	BASE DE AGREGADOS NATURALES	M3
<b>35</b>	<b>CARPETA DE RODAMIENTO</b>	
05	PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO	M2
<b>45</b>	<b>CUNETAS ANDENES Y BORDILLOS</b>	
01	CUNETAS DE CAITE DE CONCRETO	ML
09	ANDENES DE CONCRETO	M2
<b>60</b>	<b>SEÑALIZACION HORIZONTAL Y VERTICAL</b>	
01	SEÑALIZACION HORIZONTAL	ML
<b>70</b>	<b>LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA</b>	
01	LIMPIEZA FINAL	M2

**Fuente:** Alcaldía de Managua

## Capítulo V Take-Off del Diseño Hidráulico

Para el estudio de este apartado se utilizarán los planos situados en el *Apéndice A.1 “Juego de Planos del Diseño Hidráulico”* y la documentación del *Apéndice A.2 “Especificaciones Técnicas del Diseño Hidráulico”*.

### 5.1 Preliminares

#### 5.1.1 Trazo y Nivelación

Esta actividad abarca el replanteo topográfico, trazado y nivelado del Eje Hidráulico para la ubicación de las tuberías principales y secundarias del diseño hidráulico.

El equipo de trabajo consta de una Cuadrilla de Topografía con sus respectivos instrumentos (Teodolito o Estación Total, Nivel con Mira Estadimétrica, Cintas, Plomada, Etc.)

El proceso de “Trazado” inicia con el replanteo topográfico del alineamiento de drenaje sobre la superficie del terreno natural, señalizándolo de tal manera que el operador de maquinaria para excavación pueda visar sin problema el área por excavar. Normalmente se utiliza “Yeso Molido” como señalizador.

Una vez realizado el proceso de excavación se procede al trazo y nivelación en el fondo de la excavación. Para nivelar el fondo de la excavación, se instalan estacas a cada 5 o 10 metros, las cuales permiten realizar la conformación y compactación. De forma simultánea, se da el alineamiento de las tuberías, el cual puede ser fácilmente dado mediante una lienza atada de eje a eje en cada tramo.

Para realizar el Take-Off de esta actividad es necesario conocer la longitud total de tuberías de drenaje principales y secundarias. Esta información se obtiene a partir de los Planos “05-06 Planta de Diseño Hidráulico”.

El cálculo de longitud se puede realizar de forma manual y automática.

- ✓ **Manual:** Empleando los planos en Físico, mediante el uso de un Escalímetro se procede a medir y sumar todas las longitudes de tubería a construir.

- ✓ **Automática:** Mediante el uso de AutoCAD, se puede exportar esta información directamente de los planos digitales mediante el comando "DATAEXTRACTION". Únicamente se deben seleccionar los ejes centrales de cada tramo de tubería y seleccionar la casilla "Length" (Longitud) y se generara una tabla con la distancia de cada tramo.

La longitud total es 458.240 metros lineales.

Una vez obtenido este dato se procede a **calcular los materiales a utilizar**.

- Cuartón 2"x2" [m]: Se consideran 2 Estacas de 45 cm a cada 5 m.
- Clavo Corriente 2½" [Und]: Se considera un clavo por estaca.
- Lienza 100 Metros [Und]: Se consideran 4 Lienzas de 100 Metros.
- Clavos con Arandela 2½" para Replanteo [Und]: Se consideran 2 Clavos con Arandela a cada 10 Metros en la superficie del terreno natural y 1 clavo a cada 10 metros en el fondo de la excavación.
- Yeso Molido [m]: Se considera el doble de la longitud total de tubería.
- Pintura en Spray [Und]: Se considera 1 Pintura en Spray por cada 50 metros.

Nota: Al realizar el cálculo en Excel utilizar la formula "REDONDEAR" en ecuaciones que requieran que cierto valor sea un numero entero y no decimal.

Ejemplo: **Cuartón 2"x2" [m]** = 2 \* Redondear (Longitud Total [m] / 5, 0) \* 0.45

**Tabla 6** Preliminares: Cálculos para el Trazo y Nivelación.

Descripción	Total	Factor de Desperdicio	Total + Desperdicio
<b>Longitud Total [m]</b>	458.24	0%	458.24
<b>Cuartón 2"x2" [m]</b>	82.80	20%	99.36
<b>Clavos 2½" [Und]</b>	184.00	30%	239.00
<b>Lienza 100 mts [Und]</b>	4.00	20%	5.00
<b>Clavos con Arandela 2½" [Und]</b>	138.00	30%	179.40
<b>Yeso Molido [m]</b>	916.48	20%	1,099.78
<b>Pintura en Spray [Und]</b>	9.00	20%	11.00

**Fuente:** Elaboración Propia

Se considera la Elaboración de las Estacas de madera por unidad para el pago de mano de obra, siendo en este caso 184 Unidades.

### 5.1.2 Demoliciones y Restauraciones

Los cálculos se realizan tomando como base el listado de demoliciones y restauraciones a realizar, el cual se verificó en la visita de campo realizada previo al inicio del Take-Off, el cual se puede consultar en la ***Tabla 3 Resumen de Demolición de Estructuras.***

También es necesario tomar en cuenta las demoliciones y restauraciones generadas por otras actividades a realizar en la obra. En este caso, se considera la demolición y restauración de asfalto existente en el tramo del PVP I al PVP J, por el motivo de instalación de tuberías de concreto reforzado.

Para realizar el Take-Off de esta actividad es necesario conocer todas las características de las demoliciones y del terreno natural previo a la obra. Esta información se obtiene a partir de los Planos “02-03 Plano Topográfico”, “05-06 Planta del Diseño Hidráulico” y “07-08 Diseño Hidráulico en Perfiles”.

Primeramente, hay que dividir las estructuras en 2 tipos.

- **Elementos Lineales:** Son las estructuras que conservan un área transversal constante a lo largo de una longitud variable. Estos elementos suelen clasificarse en unidad de medida “Metro Lineal”
- **Elementos Volumétricos y de Área:** Son elementos con superficie variable. Estos elementos suelen clasificarse en unidad de medida “Metro Cuadrado” o “Metro Cubico”.

Posteriormente, en los elementos lineales hay que detallar la longitud total y el área transversal, y en los elementos volumétricos y de área se detalla la cantidad (sea metros cuadrados o metros cúbicos) y el factor de volumen<sup>2</sup>. Por último, se aplican las siguientes ecuaciones.

---

<sup>2</sup> Si el valor “Cantidad” esta expresado en “Metros Cúbicos”, el factor de volumen será 1.00 y si esta expresado en “Metros Cuadrados”, el factor de volumen será igual al espesor del elemento.

**Vol. Dem./Des./Rest. (Lineales) [m³] = Longitud Total \* Área Transversal**

**Vol. Dem./Des./Rest. (Volumétricos) [m³] = Cantidad \* Factor de Volumen**

**Tabla 7** Demolición y Restauración: Elementos Lineales.

Descripción	Longitud Total [m]	Área Transversal [m²]	Vol. Demolición / Desalojo [m³]	Vol. de Rest. [m³]
Bordillo Existente	6.490	0.045	0.292	0.292
Tubería Existente 18"	9.810	0.108	1.061	-
Canaleta Existente	81.380	0.210	17.090	-
Tragante de Piedra Cantera	6.000	1.825	10.950	-
Parilla de Acero	5.200	0.150	0.780	-
<b>Total</b>			<b>30.173</b>	<b>0.292</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 8** Demolición y Restauración: Elementos Volumétricos y de Área.

Descripción	Cantidad	Factor de Volumen	Vol. Demolición / Desalojo [m³]	Volumen de Res. [m³]
Rampa de Piedra Cantera [m²]	20.065	0.150	3.010	-
Cabezal de Concreto Ref. [m³]	7.942	1.000	7.942	-
Losa de Descarga de Conc. [m²]	47.750	0.150	7.163	-
Asfalto Existente [m²]	93.174	0.050	4.659	4.659
Desalojo de Mat. para Base [m³]	32.611	1.000	32.611	-
Base de Material Mixto [m³]	32.611	-	-	32.611
<b>Total</b>			<b>55.384</b>	<b>37.270</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

Para la actividad de demolición de asfalto, se debe calcular el consumo del disco de diamante para modular el rodamiento y así evitar demoler y restaurar de más.

**Consumo de Disco de Diamante 14" [Und] = 2 \* Longitud de Asfalto a Demoler / Rendimiento del Disco<sup>3</sup>**

Para la restauración del bordillo, se considera una dosificación de concreto para 2000 PSI con Proporción 1:2.5:5 y Factor A/C de 0.58, la formaleta será igual a 2 veces la longitud total y los clavos para replanteo se colocarán a cada 50cms.

**Tabla 9** *Materiales para restauración de Bordillo.*

Descripción	Total
Volumen [m³] + 5%	0.307
Cemento [m³] + 5%	0.054
Arena [m³] + 25%	0.161
Grava [m³] + 15%	0.296
Agua [m³] + 30%	0.041
Formaleta: Tabla de Madera 1"x12" + 20%	15.576
Trazo: Clavos con Arandela + 30%	17.000

**Fuente:** *Elaboración Propia*

## **5.2 Alcantarillado Pluvial**

### **5.2.1 Excavación para Estructuras**

Esta actividad abarca el Proceso de Excavación para la instalación de las tuberías principales y secundarias a lo largo del Eje Hidráulico. El equipo de trabajo consta de una Retro Excavadora y 2 Ayudantes de Maquinaria.

El proceso de Excavación inicia una vez finalizado el replanteo topográfico y se realiza en conjunto con la cuadrilla de topografía para que el operador de maquinaria consiga la profundidad deseada. Los ayudantes de maquinaria se encargan de darle mayor visibilidad al operario de maquinaria evitando daños en instalaciones subterráneas (Tuberías Existentes, Conexiones, etc.)

Para realizar el Take-Off de esta actividad es necesario conocer los diámetros de tubería a instalar, estacionamientos, longitudes, el nivel de terreno natural y el nivel de fondo de excavación. Esta información se obtiene a partir de los Planos

<sup>3</sup> El Disco de Diamante de 14" marca Dewalt tiene un rendimiento de 950ml por Unidad.

“07-08 Diseño Hidráulico en Perfiles”.El cálculo de volumen de excavación se realiza por tramos, mediante la aplicación de una tabla de cálculo en Excel.

- **Ancho de Zanja:** Este valor se obtiene a partir del diámetro de la tubería, ya que, según especificaciones técnicas, es el Diámetro Nominal más 60 cm.
- **Estacionamiento:** Al ser un proyecto relativamente pequeño, pero con un terreno casi uniforme se consideran cortes a cada 10m.
- **Nivel de Terreno Natural (NTN):** Se obtiene de forma manual del plano de perfiles, realizando mediciones en cada estación por analizar.
- **Nivel de Invert:** En los estacionamientos se obtiene midiendo de forma manual o aplicando el valor de la pendiente en la formula  $N. Invert = N. Invert Anterior - (Distancia entre Estaciones) * \%Pendiente$
- **Nivel de Invert + Espesor + Lecho:** Se deben incluir los valores Espesor de Tubo y Lecho para obtener el Fondo de Excavación. Los espesores según diámetro de tubería se obtienen en el *Apéndice D.7 “Características de Tubos de Concreto Reforzado”*.
- **Área Transversal:** Se obtiene a partir de la resta del nivel de terreno natural menos el nivel de fondo de excavación, multiplicado por el ancho de zanja.
- **Volumen Acumulado:** Es la aplicación de la fórmula para el cálculo de volumen de Pirámide Truncada. Permite calcular el volumen entre estaciones.  

$$V. Acum. = ((Dist. entre Estaciones) / 3) * (Area1 + Area2 + Raiz(Area1 * Area2))$$

**Tabla 10** Ejemplo de Cálculo de Excavación en Tramo del PVP-E al PVP-F.

Pendiente: 1.0%		TCR Prop.: 30 in		Ancho de Zanja: 1.362 m	
Estación	NTN [msnm]	N. Invert [msnm]	N. Invert + Esp. + Lecho [msnm]	Área Transversal [m²]	Volumen Acum. [m³b]
0+118.84	52.579	50.929	50.739	2.506	-
0+120.00	52.547	50.917	50.727	2.479	2.891
0+130.00	52.380	50.815	50.625	2.390	24.346
0+140.00	52.235	50.712	50.522	2.333	23.617
0+143.54	52.165	50.676	50.486	2.286	8.176
Sumatoria					59.031

**Fuente:** Elaboración Propia

El volumen total de Excavación para todas las Tuberías, incluyendo el alineamiento principal y secundario, es de 872.391 m<sup>3</sup>. El área total en el fondo de zanja para conformación de terreno (Mano de Obra) es de 572.35 m<sup>2</sup>.

### 5.2.2 Alcantarillado de Concreto Reforzado

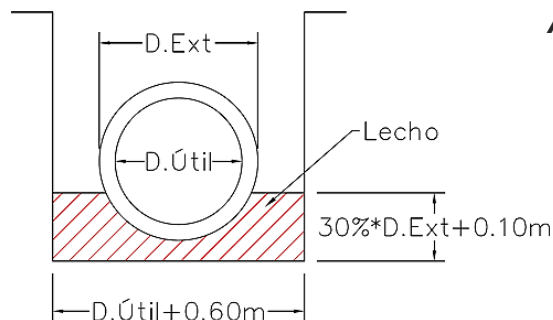
Esta actividad abarca el cálculo para cantidad de Tuberías, el proceso de Instalación y el volumen de lecho en las mismas. El equipo de trabajo para la instalación consta de una Retro Excavadora y 2 Ayudantes de Maquinaria. El proceso de Instalación inicia una vez finalizado la excavación y conformación.

Para realizar el Take-Off de esta actividad es necesario conocer los diámetros de tubería a instalar, longitudes por tramo y especificaciones de las alcantarillas. Esta información se obtiene a partir de los Planos “05-06 Planta de Diseño Hidráulico”.

La cantidad de tuberías se determina por tramos según el diámetro de las alcantarillas, los cuales son de 30, 24 y 18 Pulgadas, tomando en cuenta las longitudes comerciales que son de 1.25m y 2.50m. El Cálculo se realiza de forma semi-manual, ya que se deben definir la cantidad de tuberías por longitud para tener la menor perdida posible.

El volumen de Lecho se determina calculando el área transversal multiplicada por la longitud del tramo. El área transversal cambia en función del diámetro de tubería a instalar, por lo que habrá únicamente 3 casos.

**Ilustración 6** Sección Típica para Lecho en Zanjas



$$A. Transv = H_{Lecho} * B_{Lecho} - A. Segmento$$

$$A. Transv Lecho (30'') = 0.345 m^2$$

$$A. Transv Lecho (24'') = 0.282 m^2$$

$$A. Transv Lecho (18'') = 0.224 m^2$$

**Fuente:** Elaboración Propia



**Tabla 11** Calculo de TCR de 24" de Diámetro.

Tramo	Longitud [m]	TCR L=2.50m [Und]	TCR L=1.25m [Und]	L. Total Tuberías [m]	Perdida [m]	Vol. Lecho [m³c]	Vol. Lecho [m³s]
PVP-A a PVP-B	14.740	6.000	-	15.000	0.260	4.157	4.988
PVP-B a PVP-C	53.680	21.000	1.000	53.750	0.070	15.138	18.165
PVP-C a PVP-D	7.420	3.000	-	7.500	0.080	2.092	2.511
PVP-D a PVP-E	43.000	17.000	-	42.500	-0.500	12.126	14.551
PVP-G a PVP-H	53.160	21.000	1.000	53.750	0.590	14.991	17.989
PVP-H a PVP-I	53.670	21.000	1.000	53.750	0.080	15.135	18.162
TRAG.-P a PVP-J	5.050	2.000	-	5.000	-0.050	1.424	1.709
<b>Sumatoria</b>	<b>230.720</b>	<b>91.000</b>	<b>3.000</b>	<b>231.250</b>	<b>0.530</b>	<b>65.063</b>	<b>78.076</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

Posteriormente se procede a realizar el cálculo de juntas de mortero en alcantarillas. Este valor se obtiene a partir de la cantidad de juntas, la cual es igual a la sumatoria de la cantidad de tuberías a instalar (Ya sean de 2.50m o 1.25m)  
Ejemplo: **Cantidad de Juntas para 24"** = 91 (L=2.50) + 3 (L=1.25) = 94 Juntas

A continuación, se calcula el área transversal de la junta, que será igual al espesor de la tubería o espesor de campana elevado al cuadrado, dando como resultado el área de un cuadrado, ya que la sección transversal de la junta es triangular, pero se consideran tanto la junta externa como interna. Obtenida el área transversal, se multiplica por la longitud de circunferencia de la tubería. Por último, se multiplica por la cantidad de juntas, obteniendo así el volumen total de mortero.

**Tabla 12** Calculo de Mortero en Juntas de Alcantarillado.

Descripción	Cantidad de Juntas [Und]	Diám. Exterior [m]	Espesor Campana [m]	Área Transv. Junta [m²]	Vol. Total Junta [m³]	Vol. Tot. Junta + Desp. (30%) [m³]
TCR 30"	70.000	0.930	0.090	0.008	1.657	2.154
TCR 24"	94.000	0.762	0.080	0.006	1.440	1.872
TCR 18"	26.000	0.591	0.070	0.005	0.237	0.308
<b>Sumatoria</b>					<b>3.333</b>	<b>4.333</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

La longitud total de Alcantarillas de Concreto reforzado, incluyendo el alineamiento principal y secundario, es de 458.24 ml. El volumen total de relleno de Lecho en el Fondo de la Zanja (Maquinaria y Mano de Obra) es de 136.96 m<sup>3</sup>. El volumen total de mortero a elaborar y colocar es de 4.33 m<sup>3</sup>.

**Tabla 13** *Dosificación de Mortero en Junta.*

Descripción	Mortero 3000 PSI
<b>Volumen Total [m<sup>3</sup>]</b>	<b>4.333</b>
<b>Cemento [m<sup>3</sup>] + 5%</b>	1.625
<b>Arena [m<sup>3</sup>] + 25%</b>	5.804
<b>Agua [m<sup>3</sup>] + 30%</b>	1.225

**Fuente:** *Elaboración Propia*

### 5.2.3 Relleno, Compactación y Desalojo

El equipo de trabajo para Relleno consta de una Retro Excavadora y una cuadrilla de personal para compactación. Para el Desalojo, es necesario Camión Volquete y Cargador. Para realizar el Take-Off es necesario tener en cuenta los resultados obtenidos en los temas anteriores, y verificar zonas indiferentes a las zanjas que necesiten relleno. Esta información se obtiene a partir de los Planos “07-08 Diseño Hidráulico en Perfiles”.

Para conocer el volumen de relleno en zanjas, son necesarios 3 datos: Volumen de Excavación, Volumen de Lecho y Volumen de Tuberías.

$$\text{Volumen de Tubería [m}^3\text{]} = \text{Longitud} * \pi/4 * (\text{Diámetro Externo de Tubería})^2$$

$$\text{Volumen de Relleno [m}^3\text{]} = \text{Vol. Excavación} - \text{Vol. Lecho} - \text{Vol. Tuberías}$$

Para realizar el cálculo de relleno en el tramo de calle de la Est. 0+204.18 a la Est. 0+246.35 emplear la misma metodología utilizada en 5.2.1 *Excavación para Estructuras*. Por último, el volumen de desalojo se determina convirtiendo los volúmenes de excavación y relleno a “volumen suelto” y restarlos entre sí.

**Tabla 14** Ejemplo para el Cálculo de Volumen de Relleno

Tramo	Longitud [m]	Diam. Ext. Tubería [m]	Vol. Excav. [m³]	Vol. Lecho [m³]	Vol. Tuberías [m³]	Volumen de Relleno [m³]
PVP-A a PVP-B	14.740	0.762	28.096	4.157	6.722	17.22
PVP-B a PVP-C	53.680	0.762	97.331	15.138	24.480	57.71
PVP-C a PVP-D	7.420	0.762	13.917	2.092	3.384	8.44
<b>Sumatoria</b>						<b>83.37</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

Volumen de Excavación (+) =  $872.391 \text{ m}^3 \text{ b} * 1.300 = + 1,134.109 \text{ m}^3 \text{ s}$

Volumen de Relleno (-) =  $519.576 \text{ m}^3 \text{ c} / 0.769 = - \underline{675.449 \text{ m}^3 \text{ s}}$

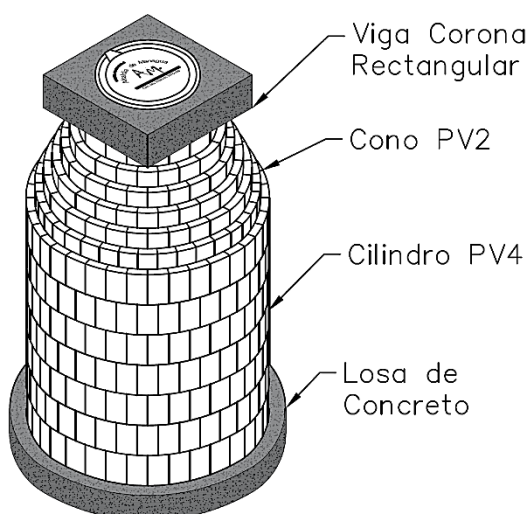
**Volumen de Desalojo (+) = 458.660 m³s**

Se considera el pago de mano de obra en Metros Cúbicos [m³] para el relleno y compactación en zanja (497.730 m³) y en Metros Cuadrados [m²] para el relleno y compactación en ambientes o tramo de calle (170.789 m²)

### 5.3 Dispositivos de Drenaje

#### 5.3.1 Pozos de Visita de Mampostería

**Ilustración 7** PVP Mampostería



**Fuente:** Elaboración Propia

Esta actividad abarca el proceso constructivo, materiales, movimiento de tierra y mano de obra para la elaboración de los pozos de visita de mampostería.

El equipo de trabajo consta de una cuadrilla de obreros (Oficial y Ayudantes) con sus respectivas herramientas (Pala, Pico, Cuchara, Codal, Nivel, etc.) y apoyo de maquinaria para el movimiento de tierra (Retro Excavadora)

El proceso constructivo inicia una vez instalados las tuberías principales que

conectara la estructura, ya que parte de la tubería quedara empotrada a la losa.

Para realizar el Take-Off de esta actividad es necesario conocer todas las características estructurales y constructivas de los PVP, el nivel de terreno natural y el nivel de fondo. Esta información se obtiene a partir de los Planos “12 Detalles Típicos de Pozo” y “05-06 Planta de Diseño Hidráulico”.

Debido a las características de los pozos, estos se dividen en 2 sub-grupos:

- ✓ Pozo PVP D=1.20m, Hcono=0.60m, Ht=1.50 - 2.00m, Para Alcantarilla de 24"
- ✓ Pozo PVP D=1.35m, Hcono=0.75m, Ht=2.00 - 2.50m, Para Alcantarilla de 30"

### 5.3.1.1 Cálculo de Obras Grises

- **El cálculo de Concreto para Losa** será igual al cálculo del volumen de un cilindro, teniendo como variable el Diámetro de Losa.

***Diámetro de Losa [m] = (Diámetro de Pozo + 2 \* Espesor Pared Pozo + 2 \* Sobre Ancho de Losa)***

***Volumen de Concreto en Losa [m³] = [Pi () \* (Diámetro de Losa ^2) / 4] \* Espesor de Losa***

- **El cálculo de Ladrillos y Mortero en la parte cilíndrica** del pozo se realizará mediante el área de pared a construir. Esto permitirá obtener la información necesaria para la cantidad de materiales y Mano de Obra.

***Área Interna de Cilindro [m²] = Pi () \* Diámetro de Pozo \* Altura de Cilindro***

***Área de Pared [m²] = Área Interna Cilindro – (Área Tub. Entrada + Área Tub. de Salida)***

***Área de Ladrillo+Junta [m²] = (Base Menor + Junta) \* (Espesor PV4 + Junta)***

***Cantidad de Ladrillos [Und] = Redondear.Mas (Área de Pared / Área de Ladrillo+Junta,0)***

***Área de Ladrillo [m²] = (Base Menor) \* (Espesor PV4)***

**Mortero en Juntas [m³] = Cantidad de Ladrillos \* (Área de Ladrillo+Junta – Área de Ladrillo) \* Espesor de Pared**

**Mortero en Repello [m³] = Área Total de Pared \* Espesor de Repello**

➤ **El cálculo de Ladrillos y Mortero en la parte Cónica** del pozo se realizará de forma similar a la parte cilindra, difiriendo en el uso de PV2 en vez de PV4 y en la consideración de las tuberías de captación.

**Longitud Diagonal de Cono [m] = Raíz [(Altura de Cono) ^2 + ((Diámetro de Cono – Diámetro de Cilindro) / 2) ^2]**

**Área Interna de Cono [m²] = Pi ( ) \* ((Diámetro Cono + Diámetro de Cilindro) / 2) \* Longitud Diagonal de Cono**

Los cálculos posteriores se realizan de la misma manera que en la parte cilíndrica.

➤ **El cálculo de Concreto y Acero en la Viga Corona** se realiza considerando las características de la tapa de Polietileno. El armado de hierro se realiza de forma circular alrededor de la tapa, pero el collar de concreto se considera de forma cuadrada, ya que esto facilita su incorporación al rodamiento.

**Diámetro al Centro de Viga [m] = Diámetro de Cono + 2 \* (Ancho de Viga / 2)**

**Longitud de Viga [m] = Pi ( ) \* Diámetro al Centro de Viga**

**Acero Principal [m] = Cantidad de Elementos \* (Longitud de Viga + Traslape)**

**Cantidad de Estribos [Und] = Redondear (Longitud de Viga / Separación, 0)**

**Acero Secundario [m] = Cantidad de Estribos \* Longitud de Estribos**

**Volumen de Concreto [m³] = [(Diámetro de Cono + 2 \* Ancho de Viga) ^2] \* Alto de Viga – Alto de Viga \* Pi ( ) \* (Diámetro de Cono ^2) / 4**

➤ **El cálculo de la Media Caña de Mortero** se obtiene restando el volumen del segmento cilíndrico para el paso de agua entre tubos del volumen total cilíndrico a un tercio del diámetro de las tuberías. En el caso que las tuberías de

entrada y salida sean de diámetros diferentes se considerara un diámetro promedio. Se aplican las fórmulas para el cálculo de segmento circular.

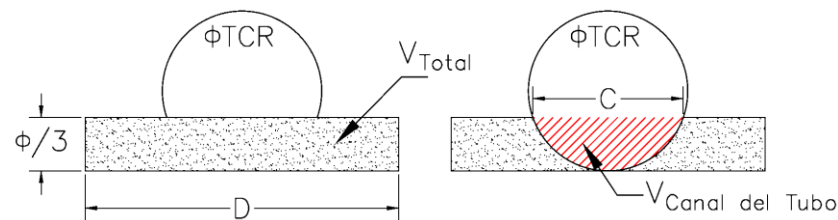
**Área Segmento Circular [m²] = Área Sector Circular – Área Triangulo Sector C.**

**Vol. Segmento Cilindro [m³] = Área Segmento Circular \* Diámetro de Pozo**

**Vol. Cilindro a 1/3 del Tubo [m³] =  $\pi () * (\text{Diámetro de Pozo}^2) / 4 * (\text{Diámetro Prom. Tuberías}) / 3$**

**Volumen Media Caña [m³] = Vol. Cilindro a 1/3 del Tubo – Vol. Segmento Cilindro**

**Ilustración 8 Detalle de Media Caña de Mortero**



**Fuente:** Elaboración Propia

➤ **Peldaños de Acero.** Estos se ubican a cada 30cm intercalando derecha e izquierda para mayor comodidad al momento de entrar y salir del pozo. Se debe considerar la profundidad del pozo restando la altura de la media caña, ya que los peldaños se empiezan a instalar a partir de ahí.

**Profundidad menos Media Caña [m] = Profundidad - Diámetro Prom. Tub. / 3**

**Cantidad Peldaños [Und] = Redondear (Profundidad menos M. Caña / 0.30, 0)**

**Acero Peldaños [m] = Cantidad Peldaños \* Longitud Peldaño**

**Tabla 15 Resumen de Resultados para PVP D=1.35m.**

Descripción		Total	Desperdicio	Total + Desp.
<b>Concreto 3000 PSI [m³]</b>				<b>1.715</b>
	Concreto en Vigas [m³]	0.454	5%	0.477
	Concreto para Losas [m³]	1.202	3%	1.239
<b>Mortero 3000 PSI [m³]</b>				<b>1.099</b>
	Mortero Para Juntas [m³]	0.474	30%	0.616

Descripción		Total	Desperdicio	Total + Desp.
	Mortero para Repello [m³]	0.097	7%	0.104
	Mortero para Losas [m³]	0.368	3%	0.379
<b>Acero 40 KSI [qq]</b>				<b>0.318</b>
	Varilla Corrugada #3 [m]	17.445	3%	17.968
	Varilla Lisa #2 [m]	14.409	2%	14.697
	<sup>4</sup> Alambre de Amarre [lbs]	0.872	10%	0.959
<b>Acero para Peldaños [Und]</b>				<b>1.506</b>
	Varilla Lisa #8 [m]	11.700	2%	11.934
<b>Mampostería [Und]</b>				<b>1,687.000</b>
	Ladrillo Trapezoidal PV2 [Und]	895.000	7%	958.000
	Ladrillo Trapezoidal PV4 [Und]	681.000	7%	729.000

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 16** Dosificación de Concreto y Mortero para PVP con D=1.35m.

Descripción	Concreto 3000 PSI	Mortero 3000 PSI
<b>Volumen Total [m³]</b>	<b>1.715</b>	<b>1.099</b>
<b>Cemento [m³] + 5%</b>	0.490	0.412
<b>Arena [m³] + 25%</b>	0.875	1.472
<b>Grava [m³] + 15%</b>	1.476	-
<b>Agua [m³] + 30%</b>	0.370	0.311

**Fuente:** Elaboración Propia

### 5.3.1.2 Calculo de Materiales de Formaletas

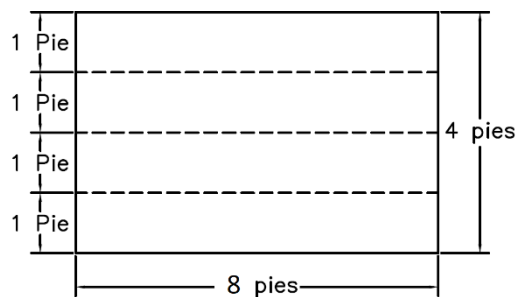
Para elaboración de formaletas en elementos con forma cilíndrica se utilizan diversos materiales en dependencia de las características de la estructura. El encofrado puede ser realizado a partir de placas, láminas de diversos materiales y madera. En este caso, se utilizarán láminas de zinc liso, por lo que a continuación se muestra el método para su optimización:

Para la formaleta en pozos se trabajará con Láminas 4'x8'. Se realizan cortes a lo largo del material se obtienen 4 láminas de 1'x8', teniendo como resultado un total de 9.154 ml de formaleta por lámina (considerando traslapes de 15cm).

---

<sup>4</sup> El Alambre de Amarre [lbs] se calcula como el 5% del acero principal en metros, en este caso: Acero #3, por tanto, Alambre de Amarre = 17.445m \* 5% = 0.872lbs

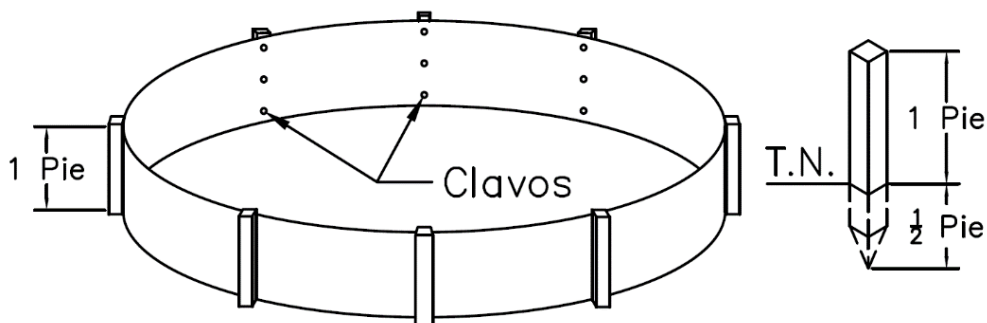
**Ilustración 9** Detalle para Uso de Lámina Zinc Liso.



**Fuente:** Elaboración Propia

➤ **Formaleta en Losa de Concreto Simple.** Una vez señalizado el centro del pozo por el personal de topografía, se procede a trazar el perímetro de la losa donde será ubicada la lámina de zinc liso. Como elementos de fijación se utilizarán estacas de madera de 1.5" (Espesor de Formaleta) a cada 75cm del contorno, los cuales serán asegurados con 3 clavos.

**Ilustración 10** Formaleta Losa de Concreto Simple.



**Fuente:** Elaboración Propia

**Perímetro de Losa [m] =  $\pi$  ( ) \* Diámetro de Losa**

**Lamina de Zinc Liso 1" [m] = Perímetro Losa + 0.15 \* Redondear. Más [Perímetro Losa / (8 \* 12 \* 0.0254), 0]**

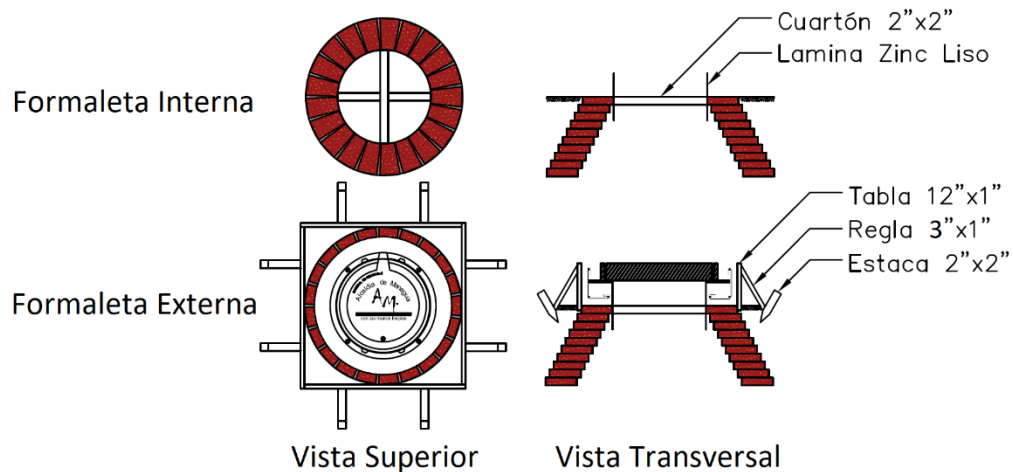
**Cuartón 2"x2" [m] = (1.5 \* 12 \* 0.0254) \* Redondear (Perímetro Losa / 0.75, 0)**

**Clavos 2 1/2" [Und] = 3 \* Redondear (Perímetro Losa / 0.75, 0)**



➤ **Formaleta en Viga Corona/Tapadera.** Se instalará una formaleta circular para la parte interna a la viga, lo cual permitirá el acceso al interior del pozo a través de la tapa de polietileno. Esta se construirá con Lamina de Zinc Liso fijada con cuartones cruzado a presión, asegurados con 2 clavos por cuartón y 4 clavos en el contorno de la lámina para mayor fijación.

**Ilustración 11** Formaleta en Viga Corona y Tapadera.



**Fuente:** Elaboración Propia

Se instalará una formaleta cuadrada en el contorno exterior de la viga, lo cual permitirá la incorporación de la losa al asfalto posterior a colocar. Estará compuesta por tablas de 12"x1" en el contorno, fijadas por reglas 1"x3" aseguradas con estacas 2"x2" enterradas. Se utilizarán 3 clavos por esquina de formaleta, 1 clavo por regla y 1 clavo por estaca.

$$\text{Lamina de Zinc Liso } 1'' [m] = \text{Pi } ( ) * \text{Diámetro de Cono} + 0.15$$

$$\text{Tabla } 1'' \times 12'' [m] = 4 * (\text{Diámetro de Cono} + 2 * \text{Ancho de Viga})$$

$$\text{Cuartón } 2'' \times 2'' [m] = 2 * \text{Diámetro de Cono}$$

$$\text{Estacas } 2'' \times 2'' [m] = 8 * 0.45$$

$$\text{Regla } 3'' \times 1'' [m] = 8 * [\text{Alto de Viga} * \text{Raiz } (2)]$$

$$\text{Clavos } 2\frac{1}{2}'' [\text{Und}] = 2 * 2 + 4 + 3 * 4 + 2 * 8$$

**Tabla 17** Resumen de Resultados de Formaleta para Pozos con  $D=1.35m$ .

Descripción	Total	Desperdicio	Total + Desp.
Tabla 1"x12" [m]	8.480	20%	10.176
Cuartón 2"x2" [m]	16.915	20%	20.298
Regla 1"x3" [m]	6.106	20%	7.331
Clavos 2½" [Und]	120.000	30%	156.000
Lamina de Zinc Liso 1' [m]	17.262	2%	17.608

**Fuente:** Elaboración Propia

Metros Cuadrados de Formaleta<sup>5</sup> para pago de Mano de Obra = 7.85m<sup>2</sup>

### 5.3.1.3 Movimiento de Tierra

Es necesario determinar primeramente el Nivel de Fondo de excavación, por lo que hay que considerar la profundidad, espesor de losa y sobre excavación para mejoramiento.

**Nivel de Fondo Exc. [msnm]** = Nivel Tapa Terminada – Profundidad – Espesor Losa – Sobre Excavación Fondo

**Área de Excavación [m<sup>2</sup>]** = (Diámetro de Pozo + 2 \* Espesor Pared de Pozo + 2 \* Sobre Excavación Laterales) ^2

**Profundidad Excavación [m]** = Nivel Terreno Natural – Nivel de Fondo Exc.

**Vol. Excavación [m<sup>3</sup>b]** = Profundidad Excavación \* Área de Excavación

**Vol. Relleno + Vol. Pozo [m<sup>3</sup>c]** = (Nivel Tapa Terminada – Nivel de Fondo Exc.) \* Área de Excavación

**<sup>6</sup>Vol. Pozo [m<sup>3</sup>]** = Volumen de Losa + Volumen de Cilindro + Volumen de Cono + Volumen de Viga Corona Rectangular

<sup>5</sup> El metraje cuadrado de formaleta se obtiene calculando el área de los elementos principales de formaleta sin considerar desperdicio, que en este caso son las Láminas de Zinc Liso y las Tablas 1"x12". Total Formaleta = 12 \* 0.0254 \* 8.480 + 1 \* 12 \* 0.0254 \* 17.262 = 7.846m<sup>2</sup>

<sup>6</sup> El Pozo de Visita Pluvial, por su naturaleza, es un elemento hueco en su interior, sin embargo, para determinar el volumen de relleno, este debe considerarse completamente sólido. Ejemplo: Volumen de Paredes debe considerarse como un cilindro completo en base al diámetro externo.

$$\text{Vol. Relleno [m}^3\text{c]} = (\text{Vol. Relleno} + \text{Vol. Pozo}) - \text{Vol. Pozo}$$

$$\text{Vol. Desalojo [m}^3\text{s]} = [\text{Vol. Excavación} - \text{Vol. Relleno} / (\text{Enjutamiento} * \text{Abundamiento})] * \text{Abundamiento}$$

**Tabla 18** Resumen de Resultados de Movimiento de Tierra.

Descripción	PVP-D	PVP-F	PVP-J	Sumatoria
Nivel de Fondo de Excavación [msnm]	50.858	50.176	48.516	-
Área de Excavación [m <sup>2</sup> ]	5.791	6.535	6.535	-
Profundidad de Excavación [m]	1.850	1.988	2.304	-
Volumen de Excavación [m <sup>3</sup> b]	10.715	12.995	15.057	<b>38.766</b>
Vol. de Relleno + Vol. De Pozo [m <sup>3</sup> c]	10.852	13.253	15.057	<b>39.162</b>
Volumen de Pozo [m <sup>3</sup> ]	3.189	3.914	4.582	<b>11.685</b>
Volumen de Relleno [m <sup>3</sup> c]	7.663	9.340	10.475	<b>27.477</b>
Volumen de Desalojo [m <sup>3</sup> s]	3.967	4.751	5.957	<b>14.676</b>

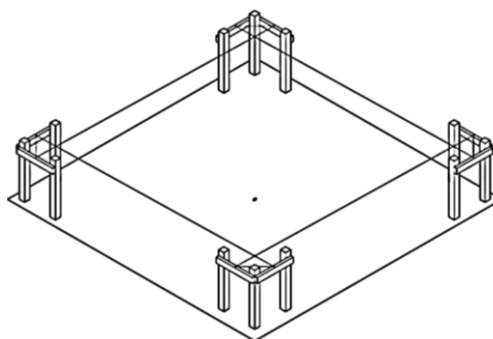
**Fuente:** Elaboración Propia

#### 5.3.1.4 Trazo y Nivelación

Se debe considerar el trazo sobre el terreno natural previo a la excavación del pozo. Sobre el terreno natural, se señalizará el perímetro de excavación con Yeso molido, permitiendo al operario de maquinaria identificar el sector a excavar, la cuadrilla de topografía delimitará el perímetro ubicando puntos con clavos de arandela.

En la nivelación se utilizarán niveletas en cada esquina del fondo, compuestas por cuartones, reglas, clavos y lienzas. Características de Niveletas: Estacas de 1.00 m de Altura, Reglas de 0.30 m de largo, se utilizarán 5 clavos por regleta y se fijara la lienza al centro de las regletas.

**Ilustración 12** Detalle de Niveletas en Fondo.



**Fuente:** Elaboración Propia

$$\text{Área de Nivelación [m}^2\text{]} = \text{Área de Excavación}$$

$$\text{Cuartón 2"x2" [m]} = \text{Cantidad de Niveletas} * 3 * 1.00$$

$$\text{Regla 1"x3" [m]} = \text{Cantidad de Niveletas} * 2 * 0.30$$

**Clavos 2½" [Und] = Cantidad de Niveletas \* 2 \* 5**

**Lienza [m] = Yeso Molido [m] = Perímetro de Nivelación**

**Clavos con Arandela 2½" [Und] = 6**

**Tabla 19** Resumen de Resultados de Trazo y Nivelación para PVP con D=1.35m

Descripción	PVP-F	PVP-J	Total	Desp.	Total + Desp.
<b>Perímetro de Nivelación [m]</b>	10.226	10.226	-	-	-
<b>Área de Nivelación [m²]</b>	6.535	6.535	<b>13.070</b>	0%	<b>13.070</b>
<b>Cuartón 2"x2" [m]</b>	12.000	12.000	<b>24.000</b>	20%	<b>28.800</b>
<b>Regla 1"x3" [m]</b>	2.400	2.400	<b>4.800</b>	20%	<b>5.760</b>
<b>Clavos 2½" [Und]</b>	40.000	40.000	<b>80.000</b>	30%	<b>104.000</b>
<b>Lienza [m]</b>	10.226	10.226	<b>20.451</b>	20%	<b>24.541</b>
<b>Clavos con Arandela 2½" [Und]</b>	6.000	6.000	<b>12.000</b>	30%	<b>16.000</b>
<b>Yeso Molido [m]</b>	10.226	10.226	<b>20.451</b>	20%	<b>24.541</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

### 5.3.1.5 Mano de Obra

Se consideran las siguientes actividades de mano de obra al destajo. Todos los valores se obtienen a partir de los cálculos ya realizados.

**Tabla 20** Resumen de Mano de Obra al destajo para Pozos con D=1.35.

Descripción	Unidad	Total
<b>Hacer mortero de cemento y arena</b>	M3	0.939
<b>Paredes con ladrillo de barro cualquier tipo y dimensión</b>	M2	9.733
<b>Repello en paredes</b>	M2	9.733
<b>Conformar terrenos con cortes y rellenos no mayores de 5 cm</b>	M2	11.105
<b>Relleno y compactación en capas de 20 cm a máquina</b>	M3	15.558
<b>Fundir Vigas hasta 0.30 x 0.30</b>	ML	5.215
<b>Hacer y Fundir losa de contrapiso desde 11 hasta 20 cms</b>	M3	1.202
<b>Hacer y Colocar Peldaños Varilla Lisa #8</b>	C/U	9.000
<b>Concreto de 3000 PSI con mezcladora de un saco</b>	M3	1.657
<b>Alistar, armar y colocar acero en Vigas menor al #4</b>	QQ	0.309
<b>Hacer media caña para manjoles de 31" a 53" de diámetro</b>	C/U	2.000
<b>Hacer, Colocar y Desencofrar molde en losas y vigas aéreas</b>	M2	7.846

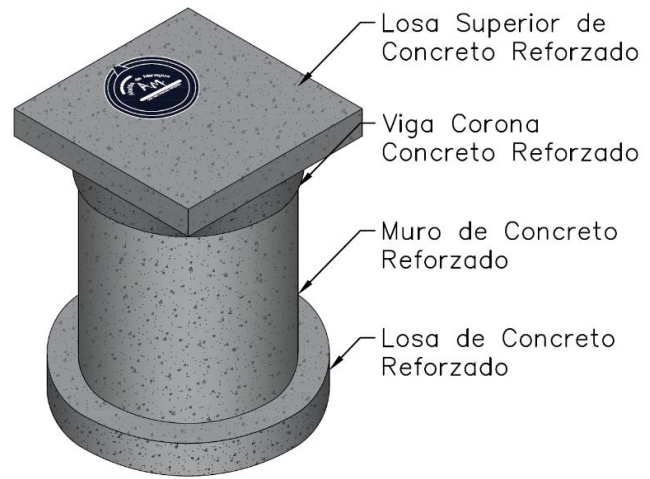
**Fuente:** Elaboración Propia

### 5.3.2 Pozos de Visita de Concreto Reforzado

El equipo de trabajo consta de una cuadrilla de obreros (Oficial y Ayudantes) con sus respectivas herramientas (Pala, Pico, etc.) y apoyo de maquinaria para el movimiento de tierra.

El proceso constructivo inicia una vez instaladas las tuberías principales que conectara la estructura, ya que parte de estas quedara empotrada a la losa.

**Ilustración 13** PVP Monolítico Isométrico.



**Fuente:** Elaboración Propia

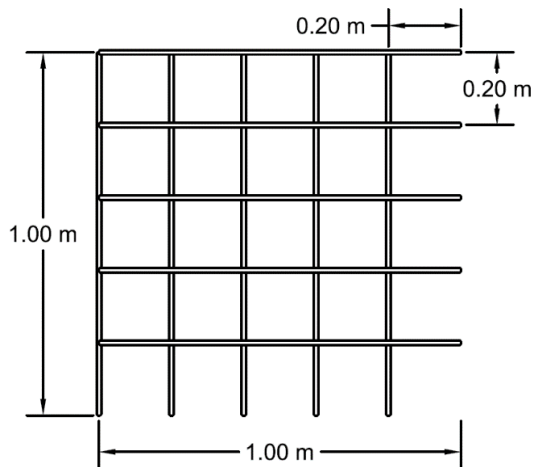
Para realizar el Take-Off de esta actividad es necesario conocer todas las características estructurales y constructivas de los PVP, el nivel de terreno natural y el nivel de fondo. Esta información se obtiene a partir de los Planos “13 Detalles Estructurales de PVP” y “05-06 Planta de Diseño Hidráulico”. Debido a las características de las estructuras a construir, estas se dividen en 2 sub-grupos:

- ✓ PVP de Concreto Reforzado D=1.20m, Ht=1.00 - 1.50m, Alcantarilla de 24"
- ✓ PVP de Concreto Reforzado D=1.35m, Ht=1.00 - 1.70m, Alcantarilla de 30"

#### 5.3.2.1 Calculo de Obras Grises

Según el plano estructural, el pozo estará reforzado en su totalidad por malla de acero, ya sea #4 o #5, a cada 20cm en ambas direcciones. Un método para facilitar el cálculo de acero en los elementos es determinar la cantidad de varillas por metro cuadrado según las condiciones dadas.

**Ilustración 14 Detalle de Armado.**



**Fuente:** Elaboracion Propia.

Como puede observarse en la ilustración, en una sección de 1.00 m x 1.00 m, con separación de 20 cm en ambas direcciones se obtienen un total de 10 varillas con longitud de 1 metro c/u, o bien, 10 metros lineales de varilla por metro cuadrado de armado.

Este detalle no considera el acero en los contornos del elemento, por lo que debe calcularse por aparte.

- **El cálculo de Losa de Concreto Reforzado** será realizado teniendo en cuenta el diámetro total de la losa, ya que con este valor se determinará el volumen de concreto, y el diámetro total de la losa sin recubrimiento, el cual servirá para determinar el área de acero de refuerzo.

**Diámetro de Losa [m]** = (Diámetro de Pozo + 2 \* Espesor Pared Pozo + 2 \* Sobre Ancho de Losa)

**Volumen de Concreto [m³]** =  $[Pi () * (Diámetro de Losa ^2) / 4] * Espesor de Losa$

**Diám. de Losa sin Recubrimiento [m]** = Diámetro de Losa – 2 \* Recubrimiento

**Área de Refuerzo [m²]** =  $Pi () * (Diámetro de Losa sin Recubrimiento ^2) / 4$

**Acero de Refuerzo [m]** = Área de Refuerzo \* 10 +  $Pi () * Diám. de Losa sin Rec.$

- **El cálculo para el Muro de Concreto Reforzado** consiste en determinar el diámetro interno del cilindro (al centro de los muros), ya que esta será la base para determinar el acero y concreto necesario para esta estructura.

Primeramente, debe determinarse el área de cada tubería que será conectada al pozo y restarla del área perimetral del cilindro obteniendo así el área real interna del muro, posteriormente, para obtener el volumen total de concreto basta multiplicar el área obtenida por el espesor del muro.

El cálculo de acero principal de refuerzo se realiza de la misma manera que en el cálculo de losa, utilizando el área real interna de muro. El acero alrededor de las tuberías se calcula determinando el perímetro del diámetro externo de los tubos sumando 10 cm. El acero para el bayoneteado se determina multiplicando la cantidad de bayoneta por su longitud.

**Perímetro Interno de Muro [m]** =  $\pi () * [\text{Diámetro de Cilindro} + 2 * (\text{Espesor de Muro} / 2)]$

**Área Externa de Tuberías [m<sup>2</sup>]** =  $\sum [\pi () * \text{Diámetro Externo de Tubo}^2]$

**Área Real Interna de Muro [m<sup>2</sup>]** =  $(\text{Perímetro Interno} * \text{Altura de Cilindro}) - \text{Área Externa de Tuberías}$

**Volumen de Concreto [m<sup>3</sup>]** =  $\text{Área Real Interna de Muro} * \text{Espesor de Muro}$

**Acero Principal de Refuerzo [m]** =  $\text{Área Real Interna de Muro} * 10 + 4 * \text{Raíz} (\text{Área Real Interna de Muro})$

**Acero alrededor de Tub. Princ. [m]** =  $2 * \pi () * (\text{Diám. Externo de Tubo} + 0.10)$

**Acero alrededor de Tub. Sec. [m]** =  $\pi () * (\text{Diám. Externo de Tubo} + 0.10)$

**Acero en Bayoneteado [m]** =  $\text{Redondear} (\text{Perímetro Interno de Muro} / 0.20, 0) * 2 * \text{Longitud de Bayoneta}$

➤ **El cálculo de Concreto y Acero en la Viga Corona:** la longitud de la viga será igual al perímetro obtenido a partir del diámetro del cilindro considerado hasta el centro de la viga. Este dato permitirá obtener el volumen de concreto y acero.

**Diámetro al Centro de Viga [m]** =  $\text{Diámetro de Cilindro} + 2 * (\text{Ancho de Viga} / 2)$

**Longitud de Viga [m]** =  $\pi () * \text{Diámetro al Centro de Viga}$

**Volumen de Concreto [m<sup>3</sup>]** =  $\text{Longitud de Viga} * \text{Ancho de Viga} * \text{Alto de Viga}$

**Acero Principal [m]** =  $\text{Cantidad de Elementos} * (\text{Longitud de Viga} + \text{Traslape})$

**Cantidad de Estribos [Und]** =  $\text{Redondear} (\text{Longitud de Viga} / \text{Separación}, 0)$

**Acero Secundario [m] = Cantidad de Estribos \* Longitud de Estribos**

➤ **El cálculo de Losa Superior de Concreto Reforzado** será realizado teniendo en cuenta las características de la tapa de polietileno. La forma de la losa es cuadrada, con una abertura cilíndrica igual al diámetro de entrada de la tapa. Está compuesta por 2 mallas de refuerzo, con acero de #5 y del #4.

**Área de Losa [m<sup>2</sup>] = Long. Lateral Losa ^2 - Pi ( ) \* (Diám. Entrada Tapa ^2) / 4**

**Volumen de Concreto en Losa [m<sup>3</sup>] = Área de Losa \* Espesor de Losa**

**Acero de Refuerzo #4 [m] = Área de Losa \* 10 + 4 \* Raíz (Área de Losa)**

**Acero de Refuerzo #5 [m] = Área de Losa \* 10 + 4 \* Raíz (Área de Losa)**

**Refuerzo alrededor de Tapa [m] = 2 \* Pi ( ) \* (Diám. de Entrada en Tapa + 0.10)**

➤ **Peldaños de Acero.** Estos se ubican a cada 15cm intercalando derecha e izquierda para mayor comodidad al momento de entrar y salir del pozo.

**Cantidad Peldaños [Und] = Redondear (Altura de Cilindro / 0.15, 0)**

**Acero Peldaños [m] = Cantidad Peldaños \* Longitud Peldaño**

**Tabla 21** Resumen de Resultados de Obras Grises.

Descripción	Total	Desperdicio	Total + Desp
<b>Concreto 3000 PSI [m<sup>3</sup>]</b>			<b>15.500</b>
Concreto para Losas [m <sup>3</sup> ]	9.878	3%	10.174
Concreto en Muros [m <sup>3</sup> ]	3.535	4%	3.676
Concreto para Vigas [m <sup>3</sup> ]	1.571	5%	1.649
<b>Acero 40 KSI [qq]</b>			<b>29.595</b>
Varilla Corrugada #5 [m]	327.888	2%	334.446
Varilla Corrugada #4 [m]	732.482	3%	754.456
Varilla Lisa #2 [m]	181.750	2%	185.385
<sup>7</sup> Alambre de Amarre [lbs]	53.018	10%	58.320

**Fuente:** Elaboración Propia

<sup>7</sup> El Alambre de Amarre [lbs] se calcula como el 5% del acero principal en metros, en este caso: Acero #4 y #5, por tanto, Alambre de Amarre = 1,060.37m \* 5% = 53.018lbs

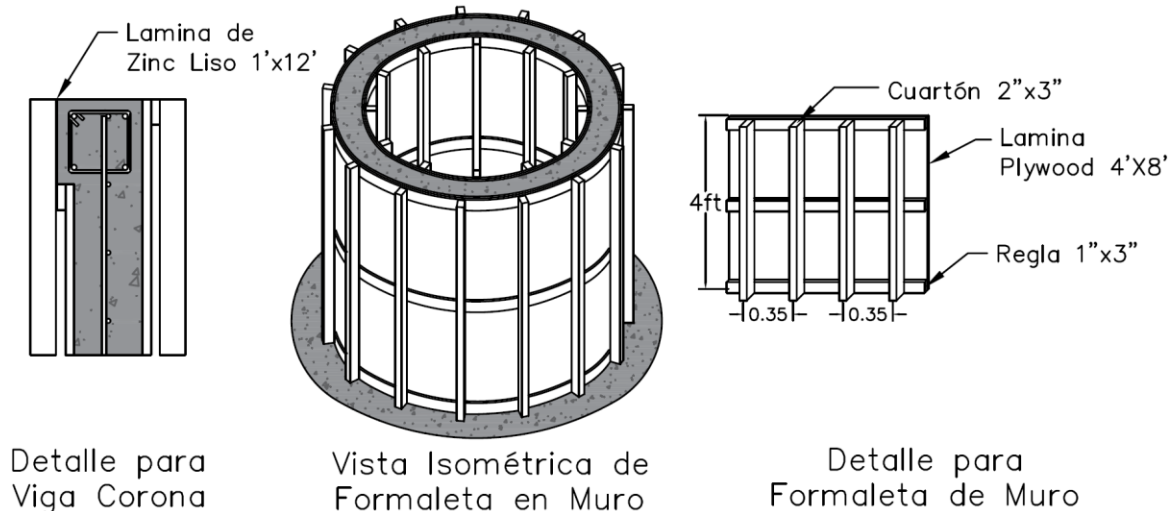


Nota: no se realiza dosificación del concreto debido a que se utilizará concreto pre-mezclado para la realización de la llena, ya que el tiempo de mezclado in-situ podría afectar el vertido en formaleta, ya que no sería de forma constante.

### 5.3.2.2 Calculo de Materiales de Formaletas

- **Formaleta en Losa de Concreto Simple.** Se utilizará la misma metodología aplicada en 0 Fuente: *Elaboración Propia*
- **Calculo de Materiales de Formaletas para los PVP de Mampostería.**
- **Formaleta en Muros y Viga Corona:** Debido a las limitantes presentes en el mercado actual del país, no hay formaletas en venta o alquiler que se adecuen a la forma deseada para la construcción de este tipo de pozos, por lo que hay que crear a partir de elementos presentes en el mercado un método de encofrado para llegar al producto final. Para muros circulares, cuando el diámetro de giro es muy pequeño o variable, se utilizan láminas de Plywood de media pulgada, fijada a un marco de reglas y cuartones, obteniendo un acabado liso.

**Ilustración 15** Formaleta para Muro y Viga en PVP de Concreto Reforzado.



**Fuente:** *Elaboración Propia*

El componente principal del encofrado es la Lámina de Plywood con densidad de media pulgada. Su medida comercial es de 4 pies x 8 pies. Dadas las características de los pozos a trabajar, su altura cilíndrica no supera los 4 pies, por lo que, para efectos de cálculo, la lámina será considerada de forma

longitudinal, esta será reforzada con 3 reglas por cara, las cuales bordearán el cilindro y serán fijadas a cuartones a cada 35cm. Se considerarán elementos de empuje y soporte hechos con cuartones para dar mayor resistencia a la hora del llenado: estos serán iguales al 50% del total de cuartones utilizados en el marco.

A diferencia de la losa, la viga corona debe ser llenada al mismo tiempo que el muro, ya que según sus características ambos deben ser un mismo elemento. Esta ocupará la misma formaleta que el muro, a diferencia de su extremo externo, el cual será moldeado utilizando lamina de zinc liso de 1 pie clavada a los cuartones existentes.

***Longitud Lámina Plywood 4' [m] = 2 \* Perímetro Interno de Muro***

***Cuartón 2"x3" [m] = Redondear (Longitud Lámina Plywood / 0.35, 0) \* (Altura de Cilindro + Altura de Viga) \* 1.50***

***Regla 1"x3" [m] = 3 \* Longitud Lamina Plywood***

***Lamina de Zinc Liso 1" [m] = Pi () \* (Diámetro de Cilindro + 2 \* Espesor de Muro)***

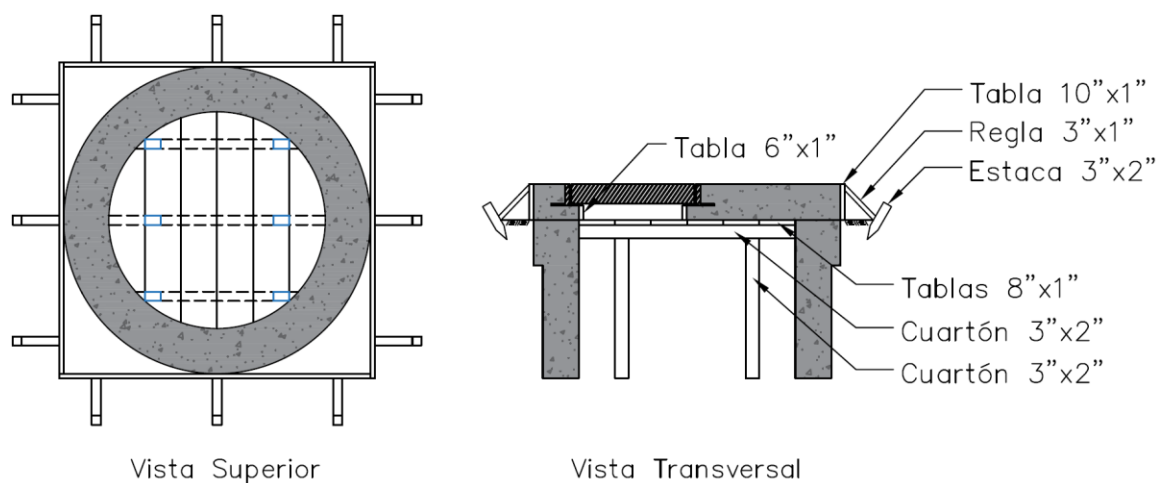
***Clavos 2½" [Und] = Redondear (Longitud Lámina Plywood / 0.35, 0) \* 8***

➤ **Formaleta en Losa Superior.** Esta formaleta estará compuesta por 3 elementos: Formaleta en Borde Externo, Formaleta para abertura de Tapa y Formaleta interna para la base de la losa.

La formaleta en el borde externo estará compuesta por tablas de 10"x1", las cuales se acoplan al espesor deseado, y serán fijadas por 3 parejas de reglas y estacas en cada una de sus caras.

Para la formaleta en la abertura de la tapadera se utilizará tabla 6"x1", dando la altura solicitada a la tapa de polietileno.

**Ilustración 16** Detalle de Formaleta para Losa Superior.



**Fuente:** Elaboración Propia

La formaleta interna en la base de la losa estará compuesta por tablas 8"x1", ya que estas soportarán la mayoría del peso generado por el llenado. Serán fijadas por cuartones de 3"x2" los cuales a su vez serán sostenidos por cuartones de forma vertical que transmitirán las cargas a la losa. Estos cuartones verticales pueden ser los mismos utilizados en la formaleta interna, por lo que no se consideraran en el cálculo.

**Tabla 1"x10" [m] = 4 \* Longitud de Losa Superior**

**Tabla 1"x8" [m] = Redondear [Diám. Cilindro / (8 \* 0.0254), 0] \* Diám. Cilindro**

**Tabla 1"x6" [m] = 4 \* Diámetro de Entrada en Tapa**

**<sup>8</sup>Cuartón 2"x3" [m] = 3 \* Diámetro de Cilindro + 12 \* 0.45**

**Regla 1"x3" [m] = 12 \* Altura de Viga \* Raíz (2)**

**<sup>9</sup>Clavos 2½" [Und] = 3 \* 4 + 2 \* 12 + 2 \* 6 + Redondear [Diám. Cilindro / (8 \* 0.0254), 0] \* 3 \* 2**

<sup>8</sup> El primer producto de la formula representa los cuartones que se utilizaran como clavadoras en la formaleta interna, el segundo representa las estacas para sostener la formaleta externa.

<sup>9</sup> El primer producto representa la cantidad de clavos en las esquinas de la formaleta externa, el segundo la cantidad de clavos en los elementos de fijación externos, el tercero para los cuartones verticales y el cuarto para fijar las tablas de la formaleta interna a las clavadoras.

**Tabla 22** Resumen de Resultados de Formaleta para Pozos con D=1.35m.

Descripción	Total	Desperdicio	Total + Desp.
Tabla 1"x10" [m]	37.000	20%	44.400
Tabla 1"x8" [m]	47.250	20%	56.700
Tabla 1"x6" [m]	12.180	20%	14.616
Cuartón 2"x3" [m]	309.600	20%	371.520
Cuartón 2"x2" [m]	20.574	20%	24.689
Regla 1"x3" [m]	167.297	20%	200.757
Clavos 2½" [Und]	1,705.000	30%	2,216.500
Lamina de Plywood 4' [m]	48.695	10%	53.564
Lamina de Zinc Liso 1' [m]	65.082	2%	66.383

**Fuente:** Elaboración Propia

El Metraje Cuadrados de Formaleta para pago de Mano de Obra en:

**Formaleta en Muros y Viga [m²] = 59.37      Formaleta en Losa [m²] = 40.69**

### 5.3.2.3 Movimiento de Tierra

La metodología será exactamente la misma utilizada en el cálculo de movimiento de tierra para los pozos de mampostería, observada en 5.3.1.3 *Movimiento de Tierra*, por lo que las formulas mostradas en ese apartado serán aplicables a este mismo caso. A continuación, se detallarán algunas diferencias:

**Área de Excavación [m²] = (Diámetro de Pozo + 2 \* Espesor Pared de Pozo + 2 \* Sobre Ancho de Losa + 2 \* Sobre Excavación Laterales) ^2**

**<sup>10</sup>Vol. Pozo [m³] = Volumen de Losa Inferior + Volumen de Cilindro + Volumen de Viga Corona + Volumen de Losa Superior**

**Tabla 23** Resumen de Movimiento de Tierra para Pozos con D=1.35m.

Descripción	PVP-E	PVP-G	PVP-H	PVP-I	PVP-K	Total
N. Fondo de Exc.[msnm]	50.257	50.052	49.523	48.989	47.595	-
Área de Excavación [m²]	8.123	8.123	8.123	8.123	8.123	<b>40.613</b>
Prof. de Excavación [m]	2.322	2.282	2.141	2.224	1.430	<b>10.399</b>
Vol. de Excavación [m³b]	18.860	18.536	17.390	18.064	11.615	<b>84.466</b>

<sup>10</sup> El Pozo de Visita Pluvial, por su naturaleza, es un elemento hueco en su interior, sin embargo, para determinar el volumen de relleno, este debe considerarse completamente sólido.

Descripción	PVP-E	PVP-G	PVP-H	PVP-I	PVP-K	Total
<b>Vol. Relleno + Pozo [m³c]</b>	18.276	18.568	17.350	18.073	13.426	<b>85.692</b>
<b>Volumen de Pozo [m³]</b>	5.487	5.573	5.212	5.426	4.051	<b>25.749</b>
<b>Volumen de Relleno [m³c]</b>	12.789	12.995	12.137	12.646	9.376	<b>59.943</b>
<b>Volumen de Desalojo [m³s]</b>	7.893	7.203	6.829	7.044	2.911	<b>31.879</b>

**Fuente:** *Elaboración Propia*

#### 5.3.2.4 Trazo y Nivelación

La metodología será exactamente la misma utilizada en el cálculo de trazo y nivelación para los pozos de mampostería, observada en 0 **Fuente:** *Elaboración Propia*

Trazo y Nivelación, por lo que las formulas serán aplicables a este mismo caso.

**Tabla 24** *Resumen de Resultados de Trazo y Nivelación PVP con D=1.35m.*

Descripción	Total	Desperdicio	Total + Desp.
<b>Área de Nivelación [m²]</b>	40.613	0%	40.613
<b>Cuartón 2"x2" [m]</b>	60.000	20%	72.000
<b>Regla 1"x3" [m]</b>	12.000	20%	14.400
<b>Clavos 2½" [Und]</b>	200.000	30%	260.000
<b>Lienza [m]</b>	57.000	20%	68.400
<b>Clavos con Arandela 2½" [Und]</b>	30.000	30%	39.000
<b>Yeso Molido [m]</b>	57.000	20%	68.400

**Fuente:** *Elaboración Propia*

#### 5.3.2.5 Mano de Obra

Se consideran las siguientes actividades de mano de obra al destajo. Todos los valores se obtienen a partir de los cálculos ya realizados<sup>11</sup>.

**Tabla 25** *Mano de Obra al destajo para Pozos D=1.35.*

Descripción	Unidad	Total
<b>Fundir losa de contrapiso desde 20 hasta 35 cms</b>	M3	9.878
<b>Fundir Paredes hasta 20 cms de Espesor</b>	M3	3.535
<b>Fundir Vigas hasta 0.30 x 0.30</b>	ML	1.571
<b>Alistar, armar y colocar acero en Todo menor o igual al #5</b>	QQ	29.269

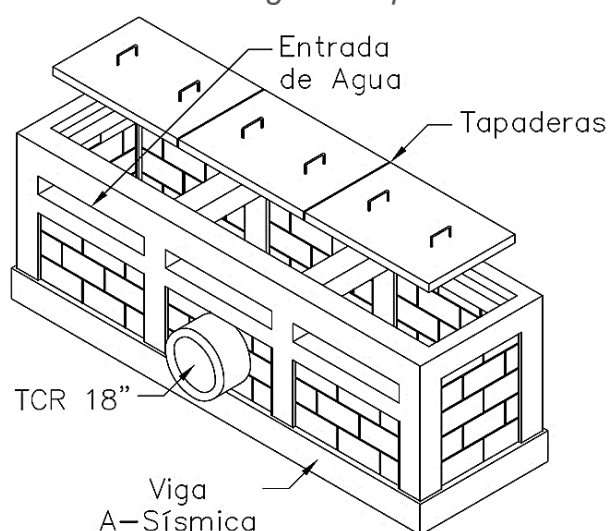
<sup>11</sup> Se deben considerar los valores sin desperdicio u holgura.

Descripción	Unidad	Total
Hacer y Colocar Molde en Muros	M2	59.369
Desencofre y Limpieza de Molde en Muros	M2	59.369
Hacer y Colocar molde en losas y vigas aéreas	M2	40.692
Desencofre y limpieza de molde en losas y vigas aéreas	M2	40.692
Conformar terrenos con cortes y rellenos no mayores de 5 cm	M2	40.613
Relleno y compactación en capas de 20 cm a máquina	M3	59.943

**Fuente:** Elaboración Propia

### 5.3.3 Tragantes Triples de Mampostería Confinada

**Ilustración 17** Tragante Triple Isométrico.



**Fuente:** Elaboración Propia

El equipo de trabajo consta de una cuadrilla de obreros con sus respectivas herramientas (Pala, Cuchara, etc.) y apoyo de maquinaria para movimiento de tierra (Retro Excavadora)

El proceso constructivo inicia una vez instalados las tuberías secundarias que conectarán a la estructura con los pozos de visita, ya que parte de la tubería quedará empotrada a la losa.

Para realizar el Take-Off de esta actividad es necesario conocer todas las características estructurales y constructivas de los tragantes, el nivel de terreno natural y el nivel de fondo. Esta información se obtiene a partir de los Planos “10-11 Detalles de Caja Tragante” y “05-06 Planta de Diseño Hidráulico”.

#### 5.3.3.1 Cálculo de Obras Grises

Al ser una estructura compuesta en su mayoría por vigas y columnas, es necesario definir una metodología, puesto que el proceso de cálculo será similar o idéntico entre elementos.

**Longitud de Acero en Elemento:** Esta se considera como la longitud al centro del elemento. Para obtenerla en elementos unidireccionales, basta con restar de

la longitud total el valor del recubrimiento en cada extremo de los elementos a los que intersecta. En elementos multidireccionales debe medirse la línea siempre al centro del elemento, este valor puede coincidir con la “Longitud de Concreto”.

**Longitud de Concreto en Elemento:** A diferencia de la longitud de acero, esta variará en dependencia del elemento, ya que los volúmenes no se pueden intersectar debido que, si se calculara de esta forma, en algunos casos se estaría considerando 2 veces un mismo volumen, por lo que es necesario verificar que volumen ya se ha obtenido para no calcularlo una segunda vez.

**Volumen de Concreto:** Multiplicar el área transversal del elemento por la “Longitud de Concreto”.

- ***Volumen de Concreto [m<sup>3</sup>] = Longitud de Concreto \* Ancho de Elemento \* Altura de Elemento.***

**Acero Principal:** Multiplicar la cantidad de elementos por la “Longitud de Acero”, considerando traslapes donde sean necesarios<sup>12</sup>.

- ***Acero Principal [m] = Cantidad de Elementos \* (Longitud de Acero + “X” \* Traslape)***

**Acero Secundario:** Al igual que el concreto, debe considerarse no calcular estribos donde ya se hayan colocado (Por ejemplo, intersecciones de viga-columna), por lo que para su cálculo se utilizara la “Longitud de Concreto” en vez de la “Longitud de Acero”, ya que en esta no se considera dos veces una misma distancia.

- ***Acero Secundario [m] = Cantidad de Etribos \* (Longitud de Etribos)***

➤ **El cálculo de Concreto y Acero en Viga A-Sísmica [VA]:** Como se detalla en la siguiente ilustración, la viga se representa como un elemento multidireccional, por lo que sus longitudes de acero y concreto serán la misma. Se observa que en las esquinas del armado no se detallan estribos, esto por la gran

---

<sup>12</sup> En la formula se detalla la cantidad de traslapes como una variable “X”, por lo que de forma manual se determinara este valor dadas las condiciones o características de la estructura.

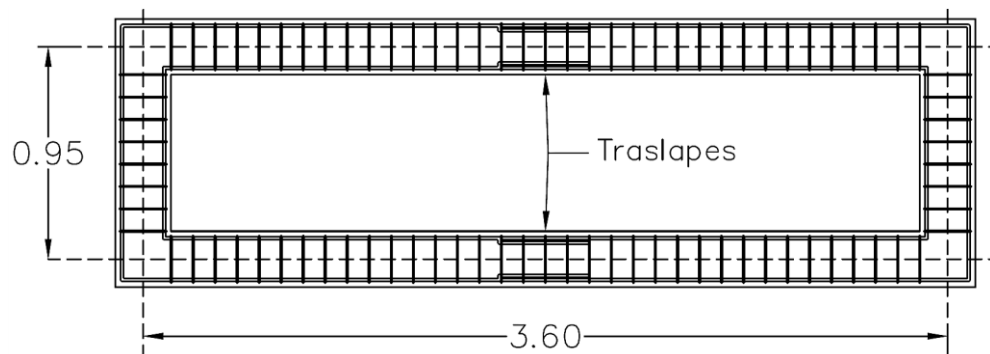
concentración de acero al momento de instalar las columnas, lo que no permitirá la existencia de estribos en la viga: al momento de determinar la cantidad de estribos se deben restar 4 veces la mitad del ancho de la viga en la longitud total, esto impide el cálculo de estribos en dichas zonas. Se consideran 2 traslapes, ya que la viga debe armarse en 2 tantos para incorporar los estribos.

$$\text{Longitud de Acero [m]} = \text{Longitud de Concreto [m]}$$

$$\text{Acero Principal [m]} = \text{Cant. Elementos} * (\text{Longitud de Acero} + 2 * \text{Traslape})$$

$$\text{Cantidad de Estribos [Und]} = \text{Redondear} [(\text{Longitud de Concreto} + 4 * \text{Ancho de Viga} / 2) / \text{Separación entre Estribos}, 0]$$

**Ilustración 18** Viga A-Sísmica [VA]: Vista en Planta.

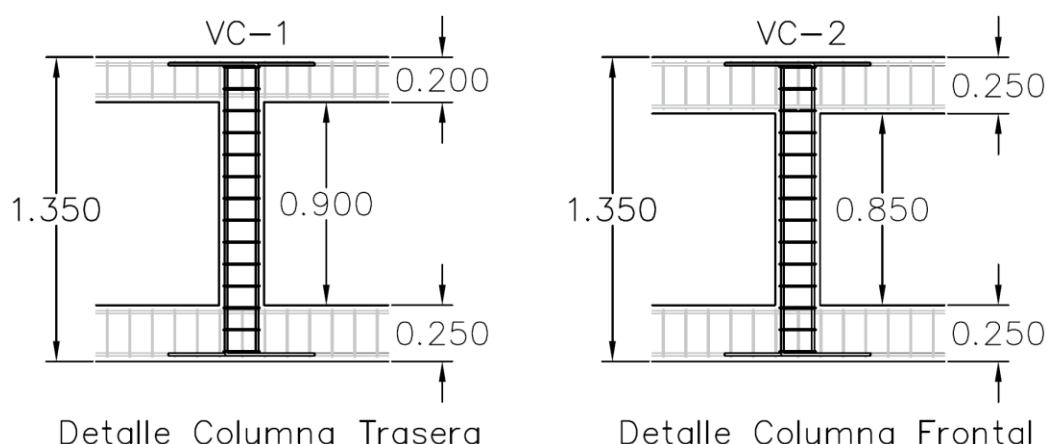


**Fuente:** Elaboración Propia

➤ **El cálculo de Concreto y Acero en Columnas [C-1]:** Como se detalla en la siguiente ilustración, la columna se representa como un elemento unidireccional, por lo que su longitud de acero será igual a la altura total del trágate menos el recubrimiento en vigas corona y a-sísmica, y la longitud de concreto será la altura del trágate sin considerar la altura de las vigas corona y a-sísmica. En este caso, la cantidad de estribos se calculará a partir de longitud de acero, ya que estos se incorporarán al armado de las vigas mencionadas considerando un estribo adicional por columna (uno al final de cada una). Se consideran 2 traslapes en las columnas que servirán de amarre a las vigas.



**Ilustración 19** Columnas [C-1]: Vista Trasera y Frontal.



**Fuente:** Elaboración Propia

**Longitud de Acero (por elemento) [m]** = Altura total de Tragante – Recubrimiento VC-1 – Recubrimiento VA

**Longitud de Concreto (Trasero) [m]** = Cantidad de Columnas Traseras \* (Altura total de Tragante – Altura VC-1 – Altura VA)

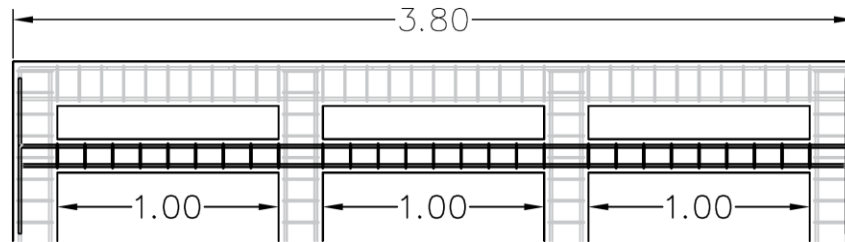
**Longitud de Concreto (Frontal) [m]** = Cantidad de Columnas Frontales \* (Altura total de Tragante – Altura VC-2 – Altura VA)

**Acero Principal [m]** = Cantidad Total de Columnas \* Cantidad de Elementos \* (Longitud de Acero [m] + 2 \* Traslape)

**Cantidad de Estribos [Und]** = Cantidad Total de Columnas \* Redondear (Longitud de Acero / Separación entre Estribos + 1, 0)

➤ **El cálculo de Concreto y Acero en Viga Corona 3 [VC-3]:** Como se detalla en la siguiente ilustración, la viga se representa como un elemento unidireccional, por lo que su longitud de acero será igual a la longitud total del tragante menos el recubrimiento de columna en ambos extremos, y la longitud de concreto será la longitud total del tragante menos el ancho de las columnas, ya que el concreto en esa zona ya fue calculado. La cantidad de estribos se calculará a partir de longitud de concreto, considerando 3 estribos más (uno al final de cada segmento). Se consideran 2 traslapes que servirán de amarre a las columnas.

**Ilustración 20** Viga Corona 3 [VC-3]: Vista Frontal.



**Fuente:** Elaboración Propia

**Longitud de Acero [m]** = Longitud total de Tragante – 2 \* Recubrimiento C-1

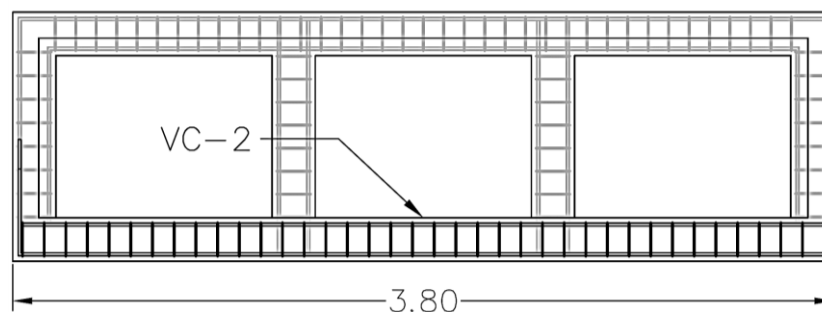
**Longitud de Concreto [m]** = Longitud Total de Tragante – Cantidad de Columnas Frontales \* Ancho de Columna

**Acero Principal [m]** = Cant. de Elementos \* (Longitud de Acero + 2 \* Traslape)

**Cantidad de Estribos [Und]** = Redondear (Longitud de Concreto / Separación entre Estribos + 3, 0)

➤ **El cálculo de Concreto y Acero en Viga Corona 2 [VC-2]:** Como se detalla en la siguiente ilustración, la viga se representa como un elemento unidireccional, por lo que su longitud de acero será igual a la longitud total del tragante menos el recubrimiento de columna en ambos extremos, y la longitud de concreto será igual a la longitud total del tragante. La cantidad de estribos se calculará a partir de longitud de acero, considerando un estribo adicional (uno al final). Se consideran 2 traslapes que servirán de amarre a la viga VC-1.

**Ilustración 21** Viga Corona 2 [VC-2]: Vista en Planta.



**Fuente:** Elaboración Propia

***Longitud de Acero [m] = Longitud total de Tragante – 2 \* Recubrimiento C-1***

***Longitud de Concreto [m] = Longitud Total de Tragante***

***Acero Principal [m] = Cant. de Elementos \* (Longitud de Acero + 2 \* Traslape)***

***Cantidad de Estribos [Und] = Redondear (Longitud de Acero / Separación entre Estribos + 1, 0)***

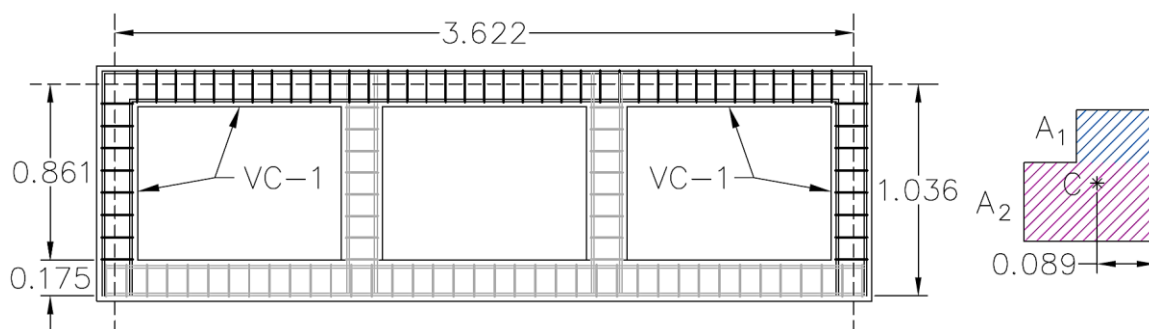
➤ **El cálculo de Concreto y Acero en Viga Corona 1 [VC-1]:** Como se detalla en la siguiente ilustración, la viga se representa como un elemento multidireccional unificado a un elemento unidireccional (VC-2). Dada la figura transversal del elemento, el centro de este no se encontrará a un medio del ancho, por lo que debe determinarse mediante el cálculo de centroide, el cual se puede realizar de dos formas:

**Manual:** Separando la figura en formas conocidas, determinando el área individual de cada una y aplicando la fórmula de centroide;  $\bar{x} = (\sum x * A) / (\sum A)$

**Automática:** Mediante el uso de AutoCAD, en las coordenadas (0,0) del entorno de trabajo se traza la figura transversal de la viga con las medidas proporcionadas, introduciendo el comando “REG” (Región) se selecciona el dibujo convirtiéndolo en un elemento de área, luego se introduce el comando “MASSPROP” el cual ofrece todas las características del elemento, entre ellas el centro de masa.

La longitud de Concreto será igual a la Longitud del tragante restando el ancho al centroide en ambos extremos más dos veces el ancho del tragante menos el ancho al centroide en un extremo. La longitud de acero será igual a la longitud de concreto sumando dos veces el ancho total de la viga VC-2 menos el recubrimiento en un extremo. La cantidad de estribos se calculará a partir de longitud de concreto menos 2 veces la longitud al centro de la viga, impidiendo el cálculo de estribos en las esquinas, también considerando un estribo adicional (uno al final de la viga).

**Ilustración 22** Viga Corona 1 [VC-1]: Vista en Planta y Centro.



**Fuente:** Elaboración Propia

**Longitud de Concreto [m]** = Longitud Total de Tragante – 2 \* X Centroidal VC-1  
+ 2 \* (Ancho de Tragante – X Centroidal VC-1 – Ancho VC-2)

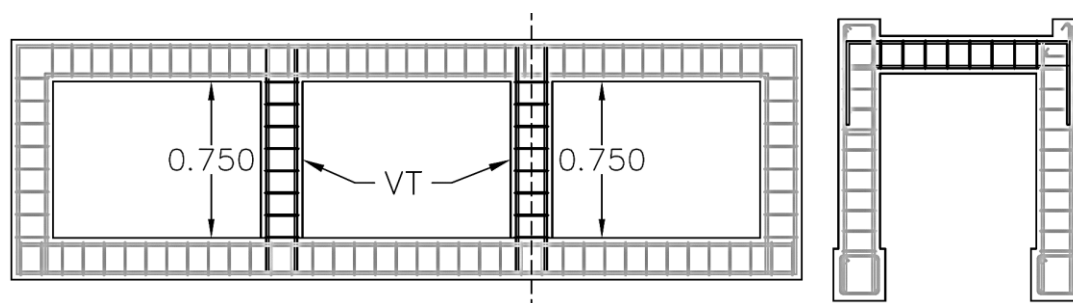
**Longitud de Acero [m]** = Longitud de Concreto + 2 \* (Ancho VC-2 – 2 \*  
Recubrimiento VC-2)

**Acero Principal [m]** = Cant. de Elementos \* Longitud de Acero

**Cantidad de Estribos [Und]** = Redondear [(Longitud de Concreto – 2 \* X  
Centroidal VC-1) / Separación entre Estribos + 1, 0)

➤ **El cálculo de Concreto y Acero en Viga Transversal [VT]:** Como se detalla en la siguiente ilustración, la viga se representa como un elemento unidireccional, por lo que su longitud de acero será igual al ancho total del tragante menos el recubrimiento de columnas en ambos extremos, y la longitud de concreto será el ancho interno de gaveta. La cantidad de estribos se calculará a partir de longitud de concreto, considerando un estribo adicional por viga (uno al final de cada una). Se consideran 2 traslapes en las vigas que servirán de amarre a las columnas.

**Ilustración 23** Viga Transversal: Vista en Planta y Transversal.



**Fuente:** Elaboración Propia

**Longitud de Acero (Por Elemento) [m] = Ancho Total de Tragante – 2 \* Recubrimiento C-1**

**Longitud de Concreto [m] = Cantidad de Vigas \* Ancho de Gaveta**

**Acero Principal [m] = Cantidad de Vigas \* Cantidad de Elementos \* (Longitud de Acero [m] + 2 \* Traslape)**

**Cantidad de Estribos [Und] = Redondear (Longitud de Concreto / Separación entre Estribos + Cantidad de Vigas, 0)**

➤ **El cálculo de Bloques y Mortero en Muros:** Primeramente, es necesario calcular el área total de muro, lo cual se determina utilizando las medidas proporcionadas por el plano de detalles. Posteriormente determinar por separado el área frontal de bloque de concreto y el área frontal de bloque más junta, ya que de esta manera se puede determinar la cantidad de bloques y volumen de mortero. El Volumen de mortero en repello se obtiene a partir del área de muro.

**Área de Pared Frontal [m<sup>2</sup>] = 3 \* (Altura Total de Tragante – Altura VC-2 – Altura Entrada de Agua – Altura VC-3) \* Longitud de Gaveta – Pi () \* (Diámetro Externo de Tubo ^2) / 4**

**Área de Paredes Laterales [m<sup>2</sup>] = 2 \* (Altura Total de Tragante – Altura VC-1) \* Ancho de Gaveta**

**Área de Paredes Traseras [m<sup>2</sup>] = 3 \* (Altura Total de Tragante – Altura VC-1) \* Longitud de Gaveta**

**Área Frontal de un Bloque [m<sup>2</sup>] = Altura de Bloque \* Longitud de Bloque**

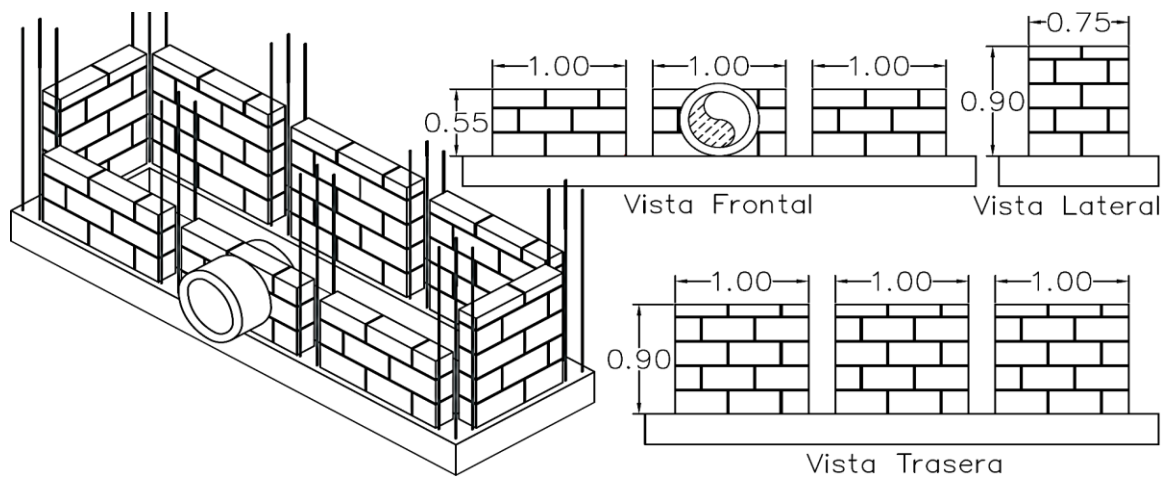
**Área Frontal de un Bloque + Junta [m<sup>2</sup>] = (Altura de Bloque + Espesor de Junta) \* (Longitud de Bloque + Espesor de Junta)**

**Cantidad de Bloques [Und] = Redondear.Más (Área Total de Paredes / Área Frontal de un Bloque + Junta, 0)**

**Mortero en Juntas [m<sup>3</sup>] = Cantidad de Bloques \* [(Área Frontal de un Bloque + Junta) – Área Frontal de un Bloque] \* Espesor de Pared**

**Mortero en Repello [m<sup>3</sup>] = Área Total de Paredes \* Espesor de Repello**

**Ilustración 24** Mampostería en Tragante: Distintas Vistas.



**Fuente:** Elaboración Propia

➤ **El cálculo de concreto en Losa:** Se debe determinar el área en planta de la losa de concreto, ya que se forma un polígono debido a que las columnas sobresalen del muro de bloques.

**Área de Losa [m<sup>2</sup>] = Ancho de Gaveta \* (Longitud de Trag. – 2 \* Ancho C-1) + [(Ancho C-1 – Espesor de Muro) / 2] \* (6 \* Longitud de Gaveta + 2 \* Ancho Gaveta)**

**Volumen de Losa [m<sup>3</sup>] = Área de Losa \* Espesor de Losa**

**Volumen de Pendiente en Losa [m<sup>3</sup>] = Área de Losa \* [(Longitud de Tragante – 2 \* Ancho C-1) \* %Pendiente / 2]**

➤ **El cálculo de Concreto y Acero en Tapaderas:** El volumen se determina multiplicando las dimensiones dadas en el plano de detalles.

**Volumen de Concreto [m³] = Cantidad de Tapaderas \* (Ancho de Tapadera \* Longitud de Tapadera \* Espesor de Tapadera)**

**Long. Refuerzo Lado Largo [m] = Longitud de Tapadera – 2 \* Recubrimiento**

**Long. Refuerzo Lado Corto [m] = Ancho de Tapadera – 2 \* Recubrimiento**

**Refuerzo Lado Largo [m] = Cantidad de Tapaderas \* Redondear (Long. Refuerzo Lado Corto / Separación + 1, 0) \* Long. Refuerzo Lado Largo**

**Refuerzo Lado Corto [m] = Cantidad de Tapaderas \* Redondear (Long. Refuerzo Lado Largo / Separación + 1, 0) \* Long. Refuerzo Lado Corto**

**Acero en Agarraderas [m] = 2 \* Cantidad de Tapaderas \* (8 \* Espesor Tapadera)**

**Tabla 26** Resumen de Resultados de Obras Grises.

Descripción	Total	Desperdicio	Total + Desp.
<b>Concreto 3000 PSI [m³]</b>			<b>24.223</b>
Concreto en Vigas [m³]	12.988	5%	13.638
Concreto en Columnas [m³]	3.360	4%	3.494
Concreto para Losas [m³]	6.885	3%	7.091
<b>Mortero 3000 PSI [m³]</b>			<b>1.610</b>
Mortero Para Juntas [m³]	0.703	30%	0.914
Mortero para Repello [m³]	0.651	7%	0.697
<b>Acero 4 KSI [qq]</b>			<b>71.739</b>
Varilla Corrugada #4 [m]	2,163.706	3%	2,228.617
Varilla Corrugada #3 [m]	427.642	3%	440.471
Varilla Lisa #2 [m]	2,820.123	2%	2,876.525
<sup>13</sup> <b>Alambre de Amarre [lbs]</b>	129.567	10%	142.524
<b>Mampostería [Und]</b>			<b>822.000</b>
<b>Bloques de Concreto [Und]</b>	768.000	7%	822.000

**Fuente:** Elaboración Propia

<sup>13</sup> El Alambre de Amarre [lbs] se calcula como el 5% del acero principal en metros, en este caso: Acero #4 y #3, por tanto, Alambre de Amarre = 2,591.348m \* 5% = 129.567lbs



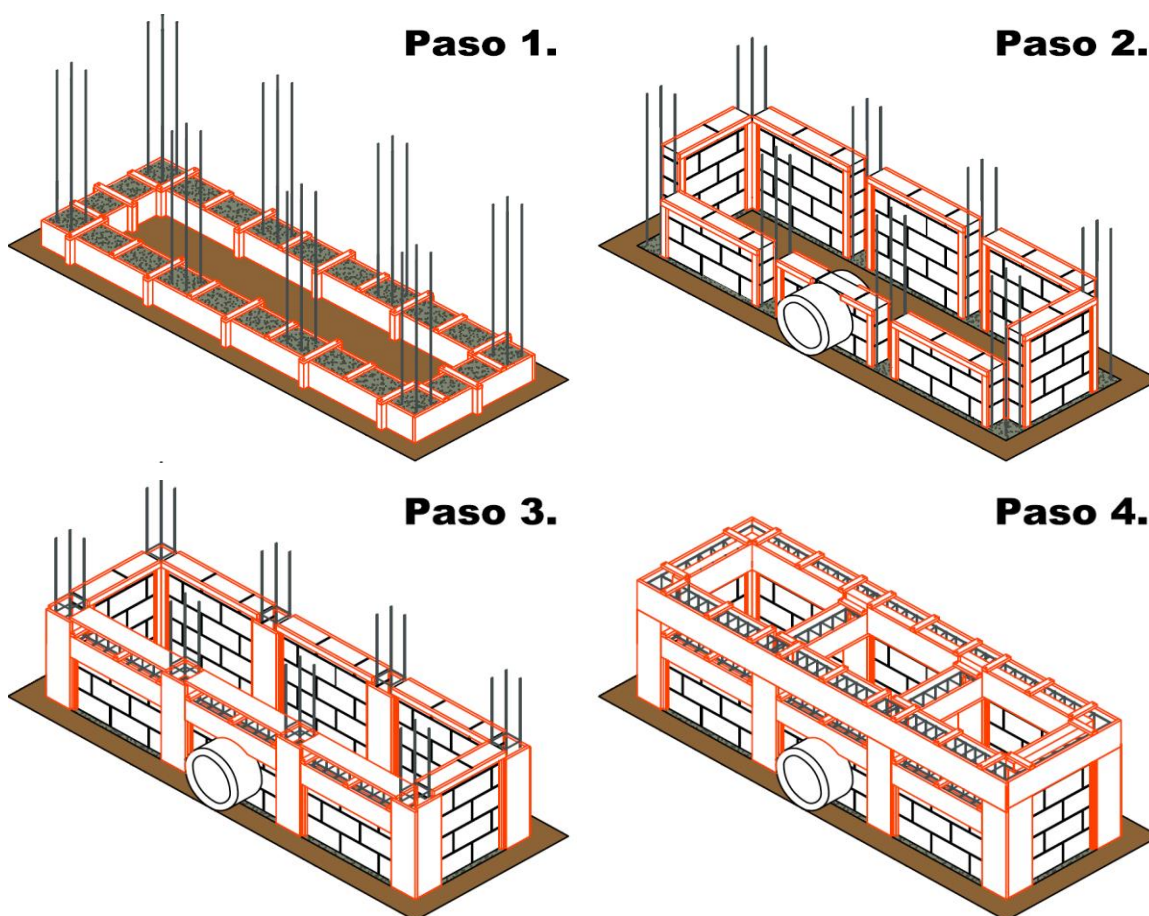
**Tabla 27** Dosificación de Concreto y Mortero.

Descripción	Concreto 3000 PSI	Mortero 3000 PSI
Volumen [m <sup>3</sup> ]	24.223	1.610
Cemento [m <sup>3</sup> ] + 5%	6.921	0.604
Arena [m <sup>3</sup> ] + 25%	12.359	2.157
Grava [m <sup>3</sup> ] + 15%	20.845	-
Agua [m <sup>3</sup> ] + 30%	5.218	0.455

**Fuente:** Elaboración Propia

### 5.3.3.2 Calculo de Materiales de Formaletas

**Ilustración 25** Pasos para encofrado en Tragantes Triples.



**Fuente:** Elaboración Propia



**Primer Paso:** Una vez conformado y compactado el fondo de excavación para el tragante se procede a ubicar la formaleta de la viga A-Sísmica.

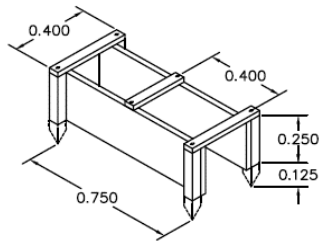
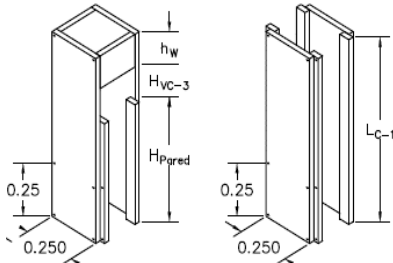
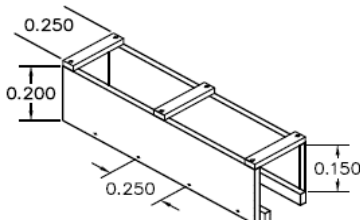
**Segundo Paso:** Sobre las paredes de bloques instaladas, se procede a ubicar un marco de reglas de 1" de espesor en el contorno de todos los muros, esto debido a que los elementos sobresalen 1" sobre el muro.

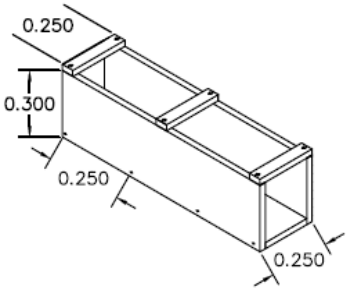
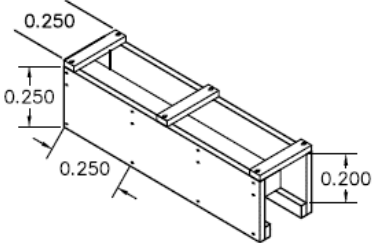
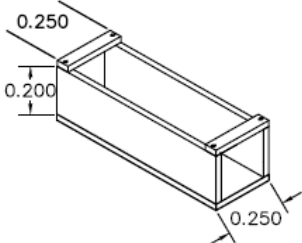
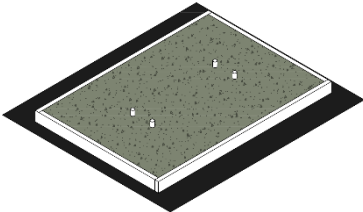
**Tercer Paso:** Se procede a fijar las tablas sobre el marco de reglas, buscando la forma de los elementos. Se fija la parte superior de VC-3 con reglas.

**Cuarto Paso:** Se procede a instalar las tablas de los elementos superiores, fijando su parte superior con reglas, dejando siempre espacio para el proceso de llenado y vibrado.

**Quinto Paso:** Una vez finalizado el encofrado, se debe asegurar con elementos de fijación en todos los puntos críticos donde la formaleta pueda fallar.

**Tabla 28** Detalle de Formaletas en Tragante Triple.

Elemento	Material	Cantidad
 <p><b>Formaleta VA</b></p>	Tabla 1"x10"	2 Veces la Longitud de Viga
	Cuartón 2"x2"	2 Estacas de 1.5 la altura de la Viga a cada 75cm
	Regla 1"x3"	1 Regla de Estaca a Estaca y una Regla de Tabla a Tabla a cada 75cm
	Clavos 2 1/2"	2 Clavos por Regla o 4 Clavos a cada 75 cm
 <p><b>Formaleta C-1</b></p>	Tabla 1"x10"	2 Veces la Longitud Columnas
	Tabla 1"x8"	2 Veces la Altura de Entrada de Agua por @ Columna Frontal
	Regla 1"x3"	4 Veces la altura de @ C-1 restando altura de entrada de agua y VC-3 de las Frontales
	Clavos 2 1/2"	4 Clavos @ 25cm de la altura de columna considerando 4 al final para cada columna.
 <p><b>Formaleta VC-3</b></p>	Tabla 1"x8"	2 Veces la Longitud de cada Viga
	Regla 1"x3"	2 Veces la Longitud de Cada Viga más 3 reglas de soporte de tabla a tabla por Viga.
	Clavos 2 1/2"	Dos clavos a cada 25cm considerando 1 al final de cada viga más 2 clavos por regla de soporte

Elemento	Material	Cantidad
 <p><b>Formaleta VC-2</b></p>	Tabla 1"x12"	En la parte frontal será igual a la longitud de viga, en la parte trasera se resta el ancho de las viga VC-1 y de la VT
	Tabla 1"x8"	Sera igual a la longitud de la viga menos el ancho de las columnas frontales
	Regla 1"x3"	Se consideran 3 reglas de tabla a tabla por gaveta del tragante
	Clavos 2 1/2"	Dos clavos a cada 25cm considerando 1 al final de la viga más 2 clavos por regla
 <p><b>Formaleta VC-1</b></p>	Tabla 1"x10"	2 veces la longitud de la viga más el ancho de la VC-2 en ambos extremos
	Cuartón 3"x3"	Sera igual a la longitud de la viga
	Regla 1"x3"	Se consideran 3 reglas por gaveta del tragante en la parte longitudinal y 2 en las partes laterales, más 2 veces la longitud de la viga para el marco
	Clavos 2 1/2"	4 clavos a cada 25cm considerando 4 al final más 2 clavos por regla
 <p><b>Formaleta VI</b></p>	Tabla 1"x10"	Sera igual a la longitud de vigas
	Tabla 1"x8"	2 veces la longitud de ambas vigas
	Regla 1"x3"	se consideran 2 reglas de tabla a tabla por viga
	Clavos 2 1/2"	2 clavos por viga a cada 25cm considerando 2 al final más 2 por regla
<b>Elementos de Fijación</b>	Cuartón 3"x3"	Se consideran 5 Cuartones de 5vrs
	Regla 1"x3"	Se consideran 3 Reglas de 5vrs
	Clavos 2 1/2"	Se considera media libra de clavos
 <p><b>Formaleta en Tapaderas</b></p>	Regla 1"x3"	Sera igual al perímetro de cada tapa
	Clavos 2 1/2"	2 Clavos en cada esquina por tapa
	Tubo PVC 1"	4 pedazos de tubo de 1.5 el espesor de la tapa por cada tapadera
	Plástico Negro 4pies	Sera igual a la longitud de la tapa considerando el espesor de las reglas

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 29** Resumen de Resultados de Formaleta.

Descripción	Total	Desperdicio	Total + Desp
Tabla 1"x12" [m]	81.600	20%	<b>97.920</b>
Tabla 1"x10" [m]	537.494	20%	<b>644.993</b>
Tabla 1"x8" [m]	158.400	20%	<b>190.080</b>
Cuartón 3"x3" [m]	314.947	20%	<b>377.937</b>
Cuartón 2"x2" [m]	108.000	20%	<b>129.600</b>
Regla 1"x3" [m]	980.198	20%	<b>1,176.238</b>
Clavos 2½" [Und]	5,760.000	30%	<b>7,488.000</b>
Tubo PVC 1" [m]	15.120	5%	<b>15.876</b>
Rollo Plástico Negro Ancho = 4 ft [m]	44.532	5%	<b>46.759</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

Metros Cuadrados de Formaleta<sup>14</sup> para pago de Mano de Obra = 193.58m<sup>2</sup>

### 5.3.3.3 Movimiento de Tierra

En esta actividad se determinan los volúmenes de Excavación, Relleno y Desalojo para la instalación de los tragantes triples. Es necesario determinar primeramente el Nivel de Fondo de excavación, por lo que hay que considerar la profundidad, espesor de viga A-Sísmica y sobre excavación para mejoramiento.

**Nivel de Fondo Exc. [msnm]** = Nivel Tapa Terminada – Altura de Tragante –  
Altura viga VA – Sobre Excavación Fondo

**Área de Excavación [m<sup>2</sup>]** = (Longitud Total de Tragante + Sobre Excavación en  
Laterales) \* (Ancho Total de Tragante + Sobre Excavación en Laterales)

**Profundidad Excavación [m]** = Nivel Terreno Natural – Nivel de Fondo Exc.

**Vol. Excavación [m<sup>3</sup>b]** = Profundidad Excavación \* Área de Excavación

**Vol. Relleno + Vol. Tragante [m<sup>3</sup>c]** = (Nivel Tapa Terminada – Nivel de Fondo  
Exc.) \* Área de Excavación

<sup>14</sup> El metraje cuadrado de formaleta se obtiene calculando el área de los elementos principales de formaleta sin considerar desperdicio, que en este caso son las Tablas 1"x12", 1"x10" y 1"x8", por tanto, Total Formaleta = (81.60 \* 12 + 537.49 \* 10 + 158.40 \* 8) \* 0.0254 = 193.58m<sup>2</sup>

<sup>15</sup>**Vol. Tragante [m³]** = Volumen de Viga A-Sísmica + Longitud Total de Tragante \* Ancho Total de Tragante \* Altura Total de Tragante – <sup>16</sup>Volumen entre Columnas y Paredes por Gaveta

**Vol. Relleno [m³c]** = (Vol. Relleno + Vol. Tragante) – Vol. Pozo

**Vol. Desalojo [m³s]** = [Vol. Excavación – Vol. Relleno / (Enjutamiento \* Abundamiento)] \* Abundamiento

**Tabla 30** Resultados de Movimiento de Tierra.

N° Tragante	Volumen de Excavación [m³b]	Volumen de Relleno [m³c]	Volumen de Desalojo [m³s]
<b>CT-01</b>	12.551	7.087	7.104
<b>CT-02</b>	10.934	7.087	5.001
<b>CT-03</b>	11.858	7.087	6.203
<b>CT-04</b>	12.474	7.087	7.003
<b>CT-05</b>	13.475	7.087	8.305
<b>CT-06</b>	12.782	7.087	7.404
<b>CT-07</b>	11.011	7.087	5.102
<b>CT-08</b>	11.011	7.087	5.102
<b>CT-09</b>	11.011	7.087	5.102
<b>CT-10</b>	11.011	7.087	5.102
<b>CT-11</b>	11.011	7.087	5.102
<b>CT-12</b>	12.320	7.087	6.803
<b>Sumatoria</b>	<b>141.449</b>	<b>85.041</b>	<b>73.330</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

### 5.3.3.4 Trazo y Nivelación

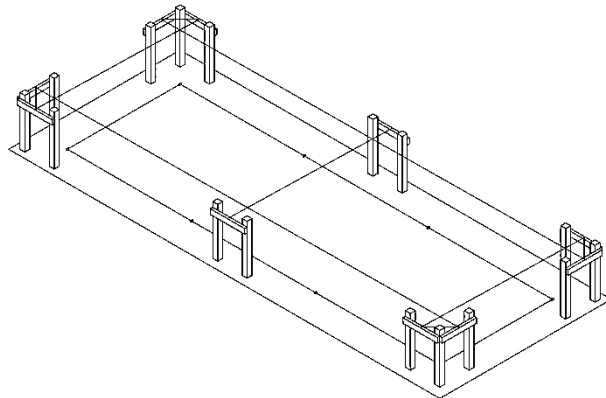
Se debe considerar el trazo sobre el terreno natural previo a la excavación del tragante. Sobre el terreno natural, se señalizará el perímetro de excavación con Yeso molido, , la cuadrilla de topografía delimitará el perímetro ubicando puntos con clavos de arandela (Uno por columna).

<sup>15</sup> El Tragante Triple, por su naturaleza, es un elemento hueco en su interior, sin embargo, para determinar el volumen de relleno, este debe considerarse completamente sólido, exceptuando la viga A-Sísmica, ya que es su perímetro interno se rellenará con tierra para base de losa.

<sup>16</sup> Es el volumen que se origina debido a los 2.50cm que sobresalen los elementos estructurales del muro de mampostería. Se calcula multiplicando el largo de la gaveta, por la altura del muro, por el espesor del espacio vacío, el cual es 2.50cm en cada cara externa del tragante.

En la nivelación se utilizarán niveletas en cada esquina del fondo y dos al centro de la parte longitudinal, compuestas por cuartones, reglas, clavos y lienzas. Características de Niveletas: Estacas de 1.00 m de Altura, Reglas de 0.30 m de largo, se utilizarán 5 clavos por regleta y se fijara la lienza al centro.

**Ilustración 26** Detalle de Niveletas en Fondo.



**Fuente:** Elaboración Propia

**Perímetro de Nivelación [m]** = 2 \* (Longitud de Tragante + Sobre Excavación en Laterales) + 2 \* (Ancho de Tragante + Sobre Excavación en Laterales)

**Área de Nivelación [m<sup>2</sup>]** = Área de Excavación

**Cuartón 2"x2" [m]** = Cantidad de Niveletas Dobles \* 3 \* 1.00 + Cantidad de Niveletas Sencillas \* 2 \* 1.00

**Regla 1"x3" [m]** = Cantidad de Niveletas Dobles \* 2 \* 0.30 + Cantidad de Niveletas Sencillas \* 1 \* 0.30

**Clavos 2½" [Und]** = Cant. Niveletas Dobles \* 2 \* 5 + Cant. Niveletas Simples \* 5

**Lienza [m] = Yeso Molido [m]** = Perímetro de Nivelación

**Clavos con Arandela 2½" [Und]** = Cantidad de Columnas \* 2

### ➤ Resumen de Resultados de Trazo y Nivelación para Tragantes Triples

**Tabla 31** Resumen de Resultados de Trazo y Nivelación.

Descripción	Total	Desperdicio	Total + Desp
Área de Nivelación [m <sup>2</sup> ]	92.400	0%	92.400
Cuartón 2"x2" [m]	192.000	20%	230.400
Regla 1"x3" [m]	36.000	20%	43.200
Clavos 2½" [Und]	600.000	30%	780.000

Descripción	Total	Desperdicio	Total + Desp
Lienza [m]	168.600	20%	202.320
Clavos con Arandela 2½" [Und]	192.000	30%	249.600
Yeso Molido [m]	147.600	20%	177.120

**Fuente:** Elaboración Propia

### 5.3.3.5 Mano de Obra

Se consideran las siguientes actividades de mano de obra al destajo. Todos los valores se obtienen a partir de los cálculos ya realizados<sup>17</sup>.

**Tabla 32** Resumen de Mano de Obra al destajo

Descripción	Unidad	Total
Hacer mortero de cemento y arena	M3	1.354
Pared con bloque de cemento de 6" x 8" x16"	M2	65.108
Repello en paredes	M2	65.108
Concreto de 3000 PSI con mezcladora de un saco	M3	23.233
Fundir losa de contrapiso de hasta 10 cms de espesor	M2	32.850
Fundir Viga asísmica hasta 0.30 x 0.30	ML	109.200
Fundir columnas y/o vigas hasta 0.20 x 0.20	ML	128.347
Fundir columnas y/o vigas hasta 0.30 x 0.30	ML	45.600
Fundir tapaderas de concreto hasta 1.41 m de largo	C/U	36.000
Alistar, armar y colocar acero en elementos menor o igual al #4	QQ	70.794
Hacer molde en vigas y columnas estructurales y Tapaderas	M2	193.582
Conformar terrenos con cortes y rellenos no mayores de 5 cm	M2	92.400
Relleno y compactación en capas de 20 cm a máquina	M3	85.041
Hacer mortero de cemento y arena	M3	1.354

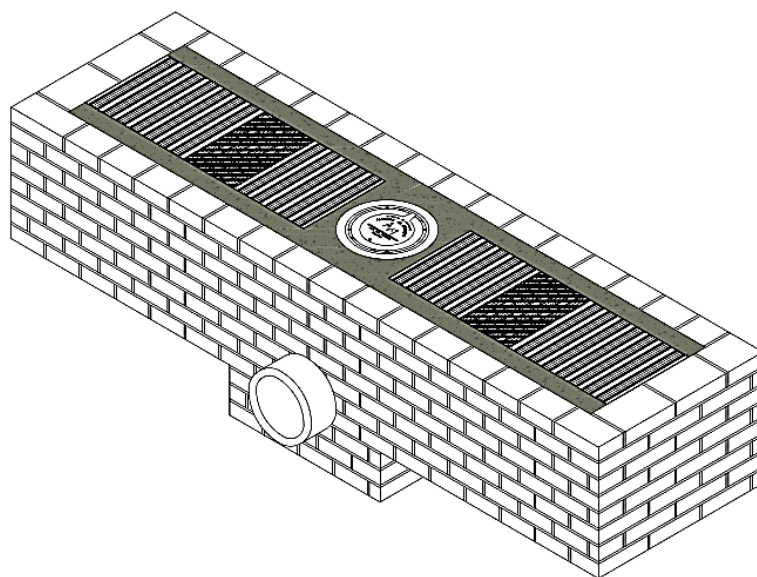
**Fuente:** Elaboración Propia

### 5.3.4 Tragante de Parrilla

El equipo de trabajo consta de una cuadrilla de obreros con sus respectivas herramientas (Pala, Pico, Cuchara, etc.) y apoyo de maquinaria para el movimiento de tierra (Retroexcavadora). El proceso constructivo inicia una vez instalados las tuberías secundarias que conectaran a la estructura con el PVP.

<sup>17</sup> Se deben considerar los valores sin desperdicio u holgura.

### ***Ilustración 27*** *Tragante de Parrilla Isométrico*



***Fuente:*** *Elaboración Propia*

El proceso constructivo inicia una vez instalados las tuberías secundarias que conectaran a la estructura con el pozo de visita.

Para realizar el Take-Off de esta actividad es necesario conocer las características estructurales y constructivas del tragante de Parrilla, el nivel de terreno natural y el nivel de fondo. Esta información se obtiene a partir de los Planos “09 Planta, Secciones de Tragante Transversal de Parrilla y Notas Generales” y “05-06 Planta de Diseño Hidráulico”.

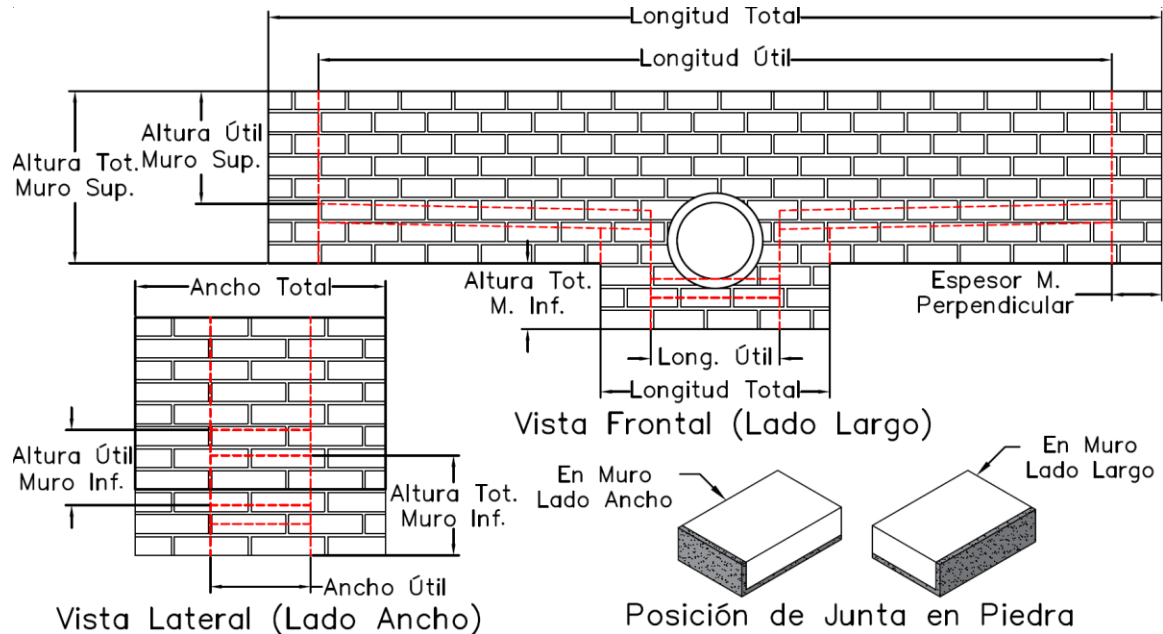
#### **5.3.4.1 Cálculo de Obras Grises**

➤ **El cálculo de Bloques y Mortero en Muros:** Al ser una estructura de dos niveles compuesta por paredes internas y externas, es necesario dividirla en secciones para facilitar el proceso del cálculo, las cuales denominaremos Pared Superior y Pared Interior, que a su vez serán sub-divididas en Lado Largo y Ancho.

Primeramente, es necesario determinar la Longitud Central de cada sección, la cual será igual a la longitud total de la sección menos  $\frac{1}{2}$  del espesor del muro perpendicular en ambos extremos. La cantidad total de Bloques se obtendrá mediante cálculo de hiladas y el mortero en juntas será igual al volumen de junta en un bloque multiplicado por la cantidad total de bloques en la estructura. Para

determinar el mortero de repello, hay que considerar únicamente el área interna del tragante y el área externa será necesaria para el cálculo de mano de obra.

**Ilustración 28** Tragante de Parrilla: Vista Frontal y Lateral.



**Fuente:** Elaboración Propia

**Longitud Central de Sección [m]** = Longitud Total de Sección – 2 \* (Espesor de Muro Perpendicular / 2)

**Cantidad Bloques por Hilada [Und]** = Redondear.Más (2 \* Longitud Central de Sección / (Espesor de Muro Perpendicular + Espesor de Junta), 0)

**Cantidad de Hiladas [Und]** = Redondear.Más (Altura Total de Sección / (Altura de Bloque + Espesor de Junta), 0)

**Cantidad de Bloques [Und]** = Cantidad Bloques por Hilada \* Cantidad de Hiladas

**Mortero en Juntas [m³]** = Cantidad de Bloques \* (Área Inferior de un Bloque + Área Lateral de un Bloque) \* Espesor de Junta

**Área Interna Muro [m²]** = 2 \* Longitud Útil de Sección \* Altura Útil de Sección

**Mortero en Repello [m³]** = Área Interna Muro \* Espesor de Repello



**Área Externa Muro [m<sup>2</sup>] = 2 \* Longitud Total de Sección \* Altura Total de Sección**

➤ **El cálculo de concreto en Losa:** Se debe determinar la longitud total de la losa de concreto considerando la pendiente, para esto se deben tomar en cuenta tanto la planta superior como la inferior, posteriormente multiplicar por el ancho útil del tragante para obtener el área en planta, finalmente se procede a multiplicar por el espesor para obtener el volumen total.

**Longitud Total de Losa [m] = (Longitud Útil Muro Superior – Longitud Útil Muro Inferior) \* Raíz [1 + (Pendiente Losa Superior) ^2] + (Longitud Útil Muro Inferior) \* Raíz [1 + (Pendiente Losa Inferior) ^2]**

**Área de Losa [m<sup>2</sup>] = Longitud Total de Losa \* Ancho Útil Tragante**

**Volumen de Losa [m<sup>3</sup>] = Área de Losa \* Espesor de Losa**

➤ **Peldaños de Acero.** Estos se ubican a cada 15cm intercalando derecha e izquierda para mayor comodidad al momento de entrar y salir del tragante.

**Cantidad Peldaños [Und] = Redondear [(Altura Útil Muro Superior + Altura Útil Muro Inferior) / 0.15 - 1, 0] \* Longitud Total de Peldaño**

**Acero Peldaños [m] = Cantidad Peldaños \* Longitud Peldaño**

➤ **Concreto y Acero en Elementos Estructurales:** Primeramente, se deben determinar dos longitudes por cada elemento estructural: La longitud de concreto y la Longitud de Acero, ya que estas tienden a variar entre sí, debido que el acero de un elemento puede ingresar al perímetro del otro elemento.

**Longitud de Concreto VC-1 [m] = 2 \* Longitud Útil Muro Superior**

**Longitud de Concreto VC-2 [m] = 2 \* Longitud Útil Muro Inferior + 2 \* [Ancho Útil Muro Superior + 2 \* (Espesor de Muro Lado Largo / 2) – 2 \* Ancho VC-1]**

**Longitud de Acero VC-1 [m] = Longitud de Concreto VC-1 – Recubrimiento \* 4**

**Longitud de Concreto VC-2 [m] = 2 \* Longitud Útil Muro Inferior + 2 \* [Ancho Útil Muro Superior + 2 \* (Espesor de Muro Lado Largo / 2)] – Recubrimiento \* 8**

**Volumen de Concreto [m<sup>3</sup>] = Longitud de Concreto \* Sección Transversal Viga**

**Acero Principal [m] = Longitud de Acero \* Cantidad de Elementos de Viga**

**Cantidad de Estribos [Und] = Redondear (Longitud de Acero / Separación entre Estribos + Cantidad de Vigas, 0)**

**Acero Secundario [Und] = Cantidad de Estribos \* Longitud de Estribo de Viga**

➤ **Parrilla de Acero Soldado:** Es necesario enlistar los elementos que componen la parrilla y obtener sus medidas a través de los planos. Para el consumo de la soldadura, es necesario determinar su longitud total mediante el cálculo de los elementos y posteriormente aplicar la metodología mostrada en el *Apéndice D.10 “Método de Cálculo para el consumo de materiales en Soldadura”*.

**Longitud de Parrilla [m] = Longitud Total de Tragante – 2 \* Espesor de Muro en Lado Ancho – Longitud Útil Pared Inferior**

**Ancho de Parrilla [m] = Ancho Total Tragante - 2 \* (Espesor de Muro Lado Largo / 2) – 2 \* Ancho VC-1**

**Longitud de Platina Angular [m] = 2 \* Longitud de Parrilla + 2 \* Ancho de Parrilla**

**Cantidad de Anclas en Platina [Und] = Redondear (Longitud de Platina Angular / Separación entre Anclas + Cantidad de Parrillas, 0)**

**Acero en Anclas [m] = Cantidad de Anclas \* Longitud de Anclas**

**Cantidad de Tubos de Acero [Und] = Redondear [Longitud de Parrilla / (Diámetro Externo de Tubos + Separación entre Tubos), 0]**

**Longitud de Tubos de Acero [m] = Cantidad de Tubos de Acero \* Ancho Parrilla**

**Cantidad de Platinas de Acero 0.60mx1.00m [Und] = Cantidad de Parrillas**

**Longitud de Soldadura [m] = 2 \* Cantidad de Tubos de Acero \* Pi ( ) \* Diámetro Externo de Tubos + 2 \* Cantidad de Anclas \* Pi ( ) \* Diámetro de Varilla + 2 \* Ancho de Platina de Acero \* Cantidad de Parrillas**

**Tabla 33** Resumen de Resultados de Obras Grises.

Descripción	Total	Desperdicio	Total + Desp.
<b>Concreto 3000 PSI [m³]</b>			<b>1.978</b>
Concreto en Vigas [m³]	1.138	5%	1.194
Concreto para Losas [m³]	0.761	3%	0.784
<b>Mortero 3000 PSI [m³]</b>			<b>3.823</b>
Mortero Para Juntas [m³]	2.817	30%	3.662
Mortero para Repello [m³]	0.151	7%	0.161
<b>Acero 40 KSI [qq]</b>			<b>3.500</b>
Varilla Corrugada #5 [m]	11.700	3%	12.051
Varilla Corrugada #4 [m]	85.514	3%	88.079
Varilla Corrugada #3 [m]	15.850	3%	16.325
Varilla Lisa #2 [m]	145.270	2%	148.175
<sup>18</sup> Alambre de Amarre [lbs]	4.276	10%	4.703
<b>Componentes Metálicos [Glb]</b>			<b>1.000</b>
Tubo Circular D=4" t=1/4" [m]	32.000	2%	32.640
Platina 0.60mx1.00mx1/4" [Und]	2.000	0%	2.000
Platina Angular 4"x4"x1/4" [m]	12.600	2%	12.852
<b>Soldadura E6012 [m]</b>			<b>37.041</b>
Tipo Filete Espesor 1/8" [m]	28.493	30%	37.041
<b>Mampostería [Und]</b>			<b>366.00</b>
Bloques de Piedra Cantera [Und]	342.000	7%	366.000

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 34** Dosificación de Concreto y Mortero.

Descripción	Concreto 3000 PSI	Mortero 3000 PSI
<b>Volumen [m³]</b>	1.978	3.823
<b>Cemento [m³] + 5%</b>	0.565	1.434
<b>Arena [m³] + 25%</b>	1.009	5.121
<b>Grava [m³] + 15%</b>	1.702	-
<b>Agua [m³] + 30%</b>	0.426	1.081

**Fuente:** Elaboración Propia

<sup>18</sup> El Alambre de Amarre [lbs] se calcula como el 5% del acero principal en metros, en este caso: Acero #4, por tanto, Alambre de Amarre = 85.514m \* 5% = 4.276lbs

**Tabla 35 Consumo de Soldadura**

Descripción	Soldadura E6012
Longitud de Cordón [cm]	3,704.147
Área Transversal de Cordón [cm <sup>2</sup> ]	0.060
Volumen de Cordón [cm <sup>3</sup> ]	224.041
Masa de Acero Depositado [gr]	1,758.720
Consumo de Electrodo [Kg]	3.198

**Fuente:** Elaboración Propia

### 5.3.4.2 Calculo de Materiales de Formaletas

A continuación, se muestra el detalle de formaleta para los elementos de concreto a llenar en el tragante.

#### ➤ Formaleta VC-1

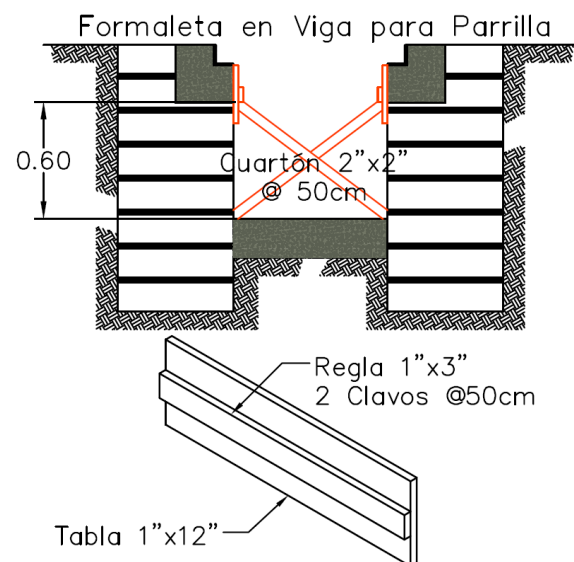
**Tabla 1"x12":** Se coloca a lo largo de la Viga Corona 1, restando la longitud que ocupara la Viga Corona 2.

**Regla 1"x3":** Se coloca sobre la Tabla 1"x12" como elemento de fijación.

**Cuartón 2"x2":** Se utiliza como elemento de fijación. Se colocan 2 Cuartones en "X" a cada 50cms.

**Clavos 2½":** Se colocan 4 Clavos por cada pareja de cuartones en "X"

**Ilustración 29 Detalle de Formaleta VC-1.**

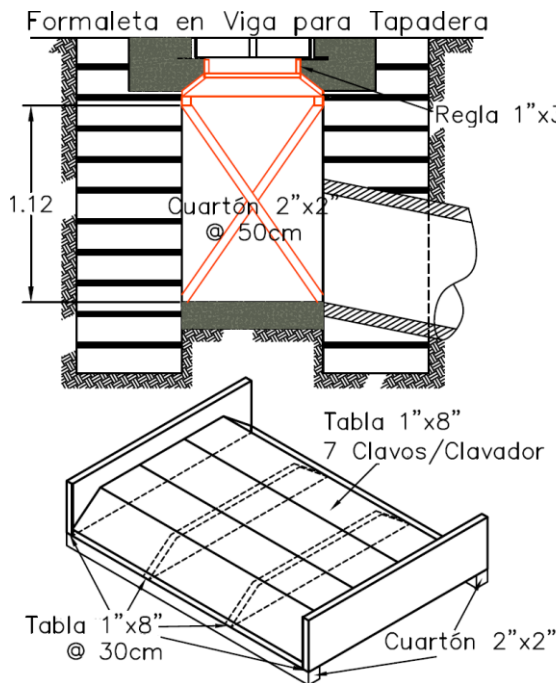


**Fuente:** Elaboración Propia

#### ➤ Formaleta VC-2

**Tabla 1"x8":** Será el componente principal de toda la formaleta. La base de la formaleta será ubicada formando una superficie trapecial, colocando tablas a lo ancho. Como base para obtener la forma deseada se colocarán en dirección perpendicular clavadores a cada 30cms.

**Ilustración 30** Detalle de Formaleta VC-2



**Fuente:** Elaboración Propia

**Cuartón 2"x2":** Se utiliza como elemento de fijación y soporte. Se colocan 2 Cuartones en "X" a cada 50cms y 2 cuartones a lo largo de la formaleta principal como base.

**Regla 1"x3":** Servirá para dejar un hueco debajo de la tapadera para permitir el acceso. Se colocarán 4 reglas de longitud igual al diámetro de la tapadera formando un cuadrado.

**Clavos 2½":** Se colocan 7 Clavos por clavador en la formaleta principal, 4 Clavos por cada pareja de cuartones en "X" y 8 clavos para fijar las reglas en tapadera.

### ➤ Formaleta Losa

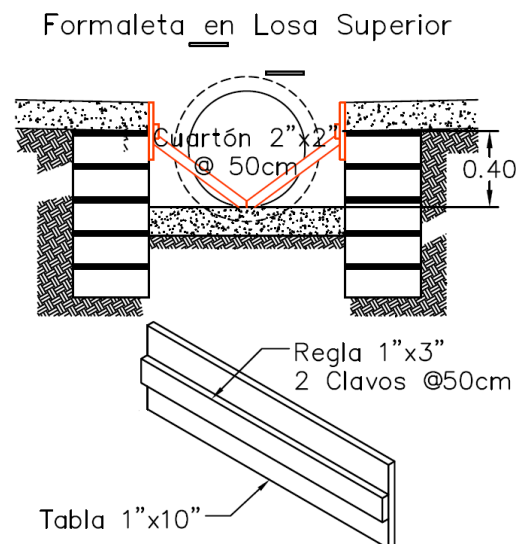
**Tabla 1"x10":** Es el elemento principal de la formaleta. Sera igual al ancho útil del tragante multiplicado por 2.

**Regla 1"x3":** Se coloca sobre la Tabla 1"x10" como elemento de fijación.

**Cuartón 2"x2":** Se colocan 2 Cuartones en "V" a cada 50cms.

**Clavos 2½":** Se colocan 4 Clavos por cada pareja de cuartones en "V".

**Ilustración 31** Formaleta para Losas.



**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 36** Resumen de Resultados de Formaleta en Tragantes.

Descripción	Total	Desperdicio	Total + Desp
Tabla 1"x12" [m]	10.600	20%	12.720
Tabla 1"x10" [m]	1.600	20%	1.920
Tabla 1"x8" [m]	8.400	20%	10.080
Cuartón 2"x2" [m]	42.297	20%	50.756
Regla 1"x3" [m]	14.636	20%	17.563
Clavos 2½" [Und]	116.000	30%	151.000

**Fuente:** Elaboración Propia

Metros Cuadrados de Formaleta<sup>19</sup> para pago de Mano de Obra = 5.34m<sup>2</sup>

#### 5.3.4.3 Movimiento de Tierra

Es necesario realizar los mismos cálculos tanto para el nivel superior como inferior.

**Nivel de Fondo Exc. [msnm]** = Nivel Tapa Terminada – Profundidad de Nivel

**Área de Excavación [m<sup>2</sup>]** = Longitud Total de Nivel \* Ancho Total de Nivel

**Profundidad Excavación Nivel Superior [m]** = Nivel Terreno Natural – Nivel de Fondo de Excavación Nivel Superior

**Profundidad Excavación Nivel Inferior [m]** = Nivel de Fondo de Excavación Nivel Superior – Nivel de Fondo de Excavación Nivel Inferior

**Vol. Excavación [m<sup>3</sup>b]** = Profundidad Excavación \* Área de Excavación

**Vol. Relleno Nivel Superior [m<sup>3</sup>c]** = (Longitud Útil – Longitud Total Nivel Inferior) \* Ancho Útil \* (Altura Total de Nivel – Altura Útil – Espesor de Losa – Espesor de Mejoramiento)

<sup>19</sup> El metraje cuadrado de formaleta se obtiene calculando el área de los elementos principales de formaleta sin considerar desperdicio, que en este caso son las Tablas 1"x12", 1"x10" y 1"x8", por tanto, Total Formaleta = (10.60 \* 12 + 1.60 \* 10 + 8.40 \* 8) \* 0.0254 = 5.34m<sup>2</sup>

**Vol. Relleno Nivel Inferior [m³c]** = Longitud Útil \* Ancho Útil \* (Altura Total de Tragante – Altura Útil Nivel Superior – Altura Útil Nivel Inferior – Espesor de Losa – Espesor de Mejoramiento)

**Vol. Suelo Cemento [m³c]** = Longitud Útil de Nivel \* Ancho Útil de Nivel \* Espesor de Mejoramiento

**Cemento para Suelo Cemento [Und]** = Redondear (Vol. Suelo Cemento \* Cantidad de Bolsas por Metro Cubico, 0)

**Vol. Desalojo [m³s]** = [Vol. Excavación – (Vol. Relleno + Vol. Suelo Cemento) / (Enjutamiento \* Abundamiento)] \* Abundamiento

**Tabla 37** Resumen de Resultados de Movimiento de Tierra.

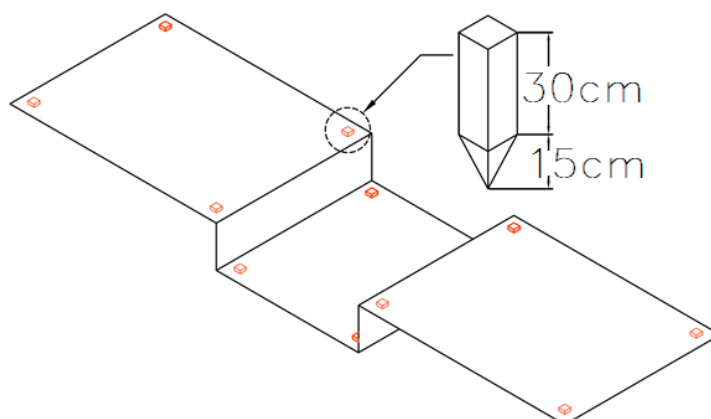
Descripción	Niv. Superior	Niv. Inferior	Total
Nivel de Fondo de Excavación [msnm]	49.565	49.038	0
Área de Excavación [m²]	14.280	3.680	17.960
Profundidad de Excavación [m]	1.485	0.526	2.012
Volumen de Excavación [m³b]	21.212	1.936	23.148
Volumen de Relleno [m³c]	0.451	0.043	0.494
Volumen de Suelo Cemento [m³c]	0.720	0.166	0.886
Cemento para Suelo Cemento [Und]	2.000	1.000	3.000
Volumen de Desalojo [m³s]	26.052	2.245	28.297

**Fuente:** Elaboración Propia

#### 5.3.4.4 Trazo y Nivelación

Se debe considerar el trazo sobre el terreno natural previo a la excavación del Tragante. Sobre el terreno natural, se señalizará el perímetro de excavación del nivel superior con Yeso molido, permitiendo al operario de maquinaria identificar el sector a excavar. Una vez obtenido el nivel superior de excavación, se procede a trazar el perímetro de excavación para el nivel inferior, posteriormente realizando el mismo procedimiento. La cuadrilla de topografía delimitará el perímetro ubicando puntos con clavos de arandela (Uno por vértice).

**Ilustración 32** Detalle de Nivelación en Fondo



**Fuente:** Elaboración Propia

En la nivelación se utilizarán estacas en cada esquina del tragante, como se muestra en la ilustración. Las estacas tendrán una longitud total de 45cms.

$$\text{Perímetro de Nivelación [m]} = 2 * \text{Longitud de Nivel} + 2 * \text{Ancho de Nivel}$$

$$\text{Área de Nivelación [m}^2\text{]} = \text{Área de Excavación}$$

$$\text{Cuartón 2"x2" [m]} = 0.45 * \text{Cantidad de Vértices}$$

$$\text{Yeso Molido [m]} = \text{Perímetro de Nivelación}$$

$$\text{Clavos con Arandela 2\frac{1}{2}" [Und]} = \text{Cantidad de Vértices}$$

**Tabla 38** Resumen de Resultados para Tragante de Parrilla.

Descripción	Total	Desperdicio	Total + Desp
Perímetro de Niv. Superior [m]	18.280		-
Perímetro de Niv. Inferior [m]	7.680		-
Área de Nivelación [m <sup>2</sup> ]	17.960	0%	<b>17.960</b>
Cuartón 2"x2" [m]	5.400	20%	<b>6.480</b>
Clavos con Arandela 2½" [Und]	12	30%	<b>16.000</b>
Yeso Molido [m]	25.960	20%	<b>31.152</b>

**Fuente:** Elaboración Propia



#### 5.3.4.5 Mano de Obra

Se consideran las siguientes actividades de mano de obra al destajo. Todos los valores se obtienen a partir de los cálculos ya realizados<sup>20</sup>.

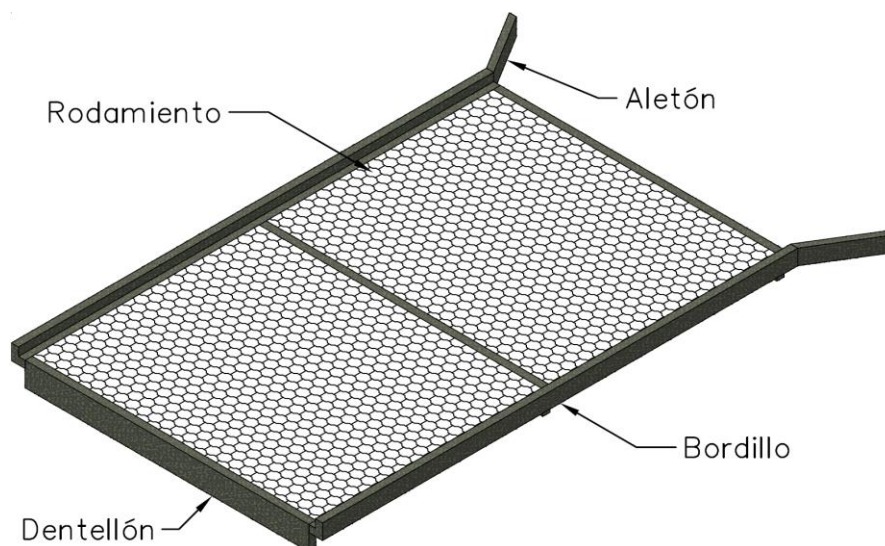
**Tabla 39** Resumen de Mano de Obra al destajo.

Descripción	Unidad	Total
Hacer mortero de cemento y arena	M3	2.968
Pared con Piedra Cantera 40cmx60cmx15cm a Plan	M2	15.137
Repello en paredes	M2	15.060
Concreto de 3000 PSI con mezcladora de un saco	M3	1.899
Fundir columnas y/o vigas hasta 0.30 x 0.30	ML	1.138
Fundir losa de contrapiso de hasta 15 cms de espesor	M2	5.073
Alistar, armar y colocar acero en todo menor o igual al #4	QQ	3.375
Hacer molde en vigas y columnas estructurales y Tapaderas	M2	5.344
Soldadura con Electrodo E6012 t=1/8"	ML	28.493
Conformar terrenos con cortes y rellenos no mayores de 5 cm	M2	17.960
Relleno y compactación en capas de 20 cm a máquina	M3	1.381

**Fuente:** Elaboración Propia

#### 5.3.5 Rampa de Adoquín

**Ilustración 33** Rampa de Adoquín Isométrica.



**Fuente:** Elaboración Propia

<sup>20</sup> Se deben considerar los valores sin desperdicio u holgura.

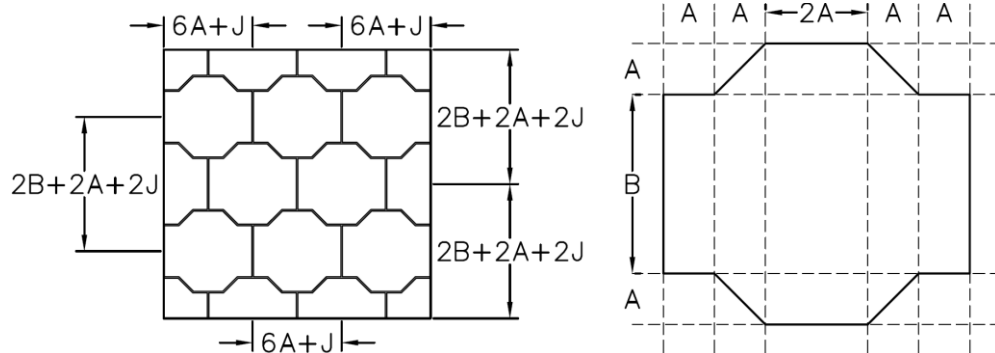
El equipo de trabajo consta de una cuadrilla de obreros con sus respectivas herramientas (Pala, Pico, Cuchara, etc.) y apoyo de maquinaria para el movimiento de tierra. El proceso constructivo inicia una vez finalizada o durante la construcción del tragante de parrilla, ya que su función es desembocar el agua a esta estructura. Para realizar el Take-Off de esta actividad es necesario conocer todas las características estructurales de la rampa y los niveles de terreno natural. Esta información se obtiene a partir de los Planos “05-06 *Planta de Diseño Hidráulico*”, “07-08 *Diseño Hidráulico en Perfiles*” y “14 *Planta Ampliada de Rampas y Detalles*”.

### 5.3.5.1 Calculo de Obras Grises

➤ **Calculo de Adoquines:** En este apartado se abarcarán 2 métodos para determinar la cantidad total de adoquines a utilizar: El método por hiladas y el método por áreas.

**El método por hiladas** podría considerarse el más exacto y el que brinda mayor información sobre el adoquinado, sin embargo, toma más tiempo de realizar.

**Ilustración 34** Esquema de Adoquinado y Medidas de Adoquín.



**Fuente:** Elaboración Propia

Como se muestra en el esquema, los adoquines ubicados de forma horizontal mantienen el mismo ancho en cada pieza, sin embargo, los adoquines ubicados verticalmente mantienen una misma longitud cada 2 adoquines, esto debido al traslape. Considerando un espesor de junta “J” de 4mm, una Longitud “A” de 4cm y una longitud “B” de 14cm, se obtienen:

**Longitud de 2 Adoquines Traslapados [m]** = 2 \* Longitud B + 2 \* Longitud A + Espesor de Junta = 0.368m

**Ancho de Adoquín + Junta [Und]** = 6 \* Longitud A + Espesor de Junta = 0.244m

Ahora, teniendo estos valores se procede a determinar la cantidad de adoquines por hiladas y la cantidad de hiladas para saber el total de adoquines.

**Adoquines por Hilada [Und]** = <sup>21</sup>Redond.Mult (Ancho de Adoquinado / Ancho de Adoquín más Junta, 0.50)

**Cantidad de Hiladas [Und]** = <sup>22</sup>Redond.Mult (Longitud de Adoquinado / Longitud de 2 Adoquines Traslapados, 0.25) \* 2

**Total de Adoquines [Und]** = Adoquines por Hilada \* Cantidad de Hiladas

**El método por Áreas** se considera el más rápido de realizar. Se recomienda únicamente para realizar estimaciones y no cálculos exactos.

**Área de Adoquinado [m<sup>2</sup>]** = Longitud de Adoquinado \* Ancho de Adoquinado

**Total de Adoquines [Und]** = Redond.Mult [Área de Adoquinado / (Área de 1 Adoquín + Perímetro de 1 Adoquín \* Espesor de Junta / 2), 0.50]

➤ **Mortero en Juntas y Colchón de Arena:** Según planos, la Junta de adoquines se realizará con mortero de arena y cemento y estos reposaran sobre un colchón de agregado fino, determinable con las siguientes ecuaciones:

**Área de Junta [m<sup>2</sup>]** = Área de Adoquinado – Total de Adoquines \* Área de 1 Adoquín

**Volumen de Junta [m<sup>3</sup>]** = Área de Junta \* Espesor de Adoquín

**Volumen de Base de Arena [m<sup>3</sup>]** = Área de Adoquinado \* Esp. Colchón de Arena

---

<sup>21</sup> La función "Rendond.Mult" sirve para redondear el resultado de una ecuación a un múltiplo más cercano de un número que definamos, en este caso el 0.50, lo que le permitirá a la ecuación determinar cuándo hay un medio adoquín en la hilada o solamente adoquines completos.

<sup>22</sup> En este caso, el múltiplo definido es el 0.25, esto debido a que la ecuación posteriormente será multiplicada por 2, ya que se está realizando el cálculo para una pareja de adoquines.

➤ **Medios Adoquines y Adoquines Completos.** Los cálculos realizados previamente arrojan la cantidad de adoquines totales para un perímetro de adoquinado, significando que cuando se necesiten medios adoquines estos se tendrían que cortar in situ gastando así más recursos y tiempo, sin embargo, los adoquines se pueden adquirir ya cortados en prácticamente todas las fábricas y distribuidoras, por lo que es necesario saber cuántos de cada tipo adquirir.

Por cada 2 hiladas de adoquines en tramos de calle se utilizarán: 4 medios adoquines cuando hay bombeo en ambos carriles y 2 cuando sea un tramo en peralte o plano. Estos valores son constantes, independientes del ancho o posición del tramo. Para este caso, la rampa adoquinada no posee bombeos.

***Cantidad de Medios Adoquines [Und] = Constante de Medio Adoquín \* Cantidad de Hiladas / 2***

***Cantidad de Adoquines Completos [Und] = Total de Adoquines – Cantidad de Medios Adoquines \* 0.50***

➤ **Concreto en Elementos Estructurales:** Al ser elementos longitudinales (Aletones, Dentellones y Vigas), basta con determinar su longitud total y multiplicarla por su área transversal para así obtener el volumen de concreto.

***Tabla 40 Resumen de Resultados de Obras Grises.***

Descripción	Total	Desperdicio	Total + Desp.
<b>Concreto 3000 PSI [m³]</b>			<b>2.987</b>
Concreto en Vigas [m³]	2.844	5%	2.987
<b>Mortero 3000 PSI [m³]</b>			<b>0.275</b>
Mortero Para Juntas [m³]	0.211	30%	0.275
<b>Agregados [m³]</b>			<b>3.572</b>
Arena [m³]	2.857	25%	3.572
<b>Rodamientos [Und]</b>			<b>1,299.500</b>
Adoquín Completo [Und]	1,248.000	2%	1,273.000
Medio Adoquín [Und]	52.000	2%	53.000

***Fuente: Elaboración Propia***

**Tabla 41** Dosificación de Concreto y Mortero.

Descripción	Concreto 3000 PSI	Mortero 3000 PSI
Volumen [m³]	2.987	0.275
Cemento [m³] + 5%	0.768	0.103
Arena [m³] + 25%	1.372	0.368
Grava [m³] + 15%	2.314	-
Agua [m³] + 30%	0.579	0.078

**Fuente:** Elaboración Propia

### 5.3.5.2 Calculo de Materiales de Formaletas

Se alquilará formaleta metálica para bordillos, esta será utilizada únicamente en la viga longitudinal y Aletones. La cantidad será igual a 2 veces la longitud total de cada elemento por su cantidad.

Metros Cuadrados de Formaleta<sup>23</sup> para pago de Mano de Obra = 14.54m<sup>2</sup>

### 5.3.5.3 Movimiento de Tierra

El cálculo de movimiento de tierra se realizará por estacionamientos, considerando cortes al inicio, al centro y al final de la rampa. Primeramente, es necesario determinar el nivel de fondo, el cálculo se considerará por debajo de la base de agregados mixtos para obtener una terraza uniforme. La sobre excavación para dentellones se determinará por aparte.

**Nivel de Fondo Exc. [msnm]** = Nivel Losa Terminada – Espesor de Adoquín – Espesor de Colchón de Arena – Espesor de Base de Agregados

**Área de Transversal Excavación [m²]** = (Nivel de Terreno Natural – Nivel de Fondo Exc.) \* Ancho Total de Rampa

**Volumen de Excavación Acumulado [m³]** = ((Dist. entre Estaciones) / 3) \* (Area1 + Area2 + Raíz (Area1 \* Area2))

<sup>23</sup> El metraje cuadrado de formaleta se obtiene calculando el área de los elementos principales de formaleta sin considerar desperdicio, que en este caso son las formaletas metálicas, por tanto, Total Formaleta = 45.44ml \* 0.32ml = 14.54m<sup>2</sup>

**Vol. Excavación Adicional para Dentellón [m³b]** = Longitud de Dentellón \* Ancho de Dentellón \* (Altura de Dentellón – Espesor de Adoquín – Espesor de Colchón de Arena – Espesor de Base de Agregados)

**Área de Relleno [m²]** = Longitud Total de Rampa \* Ancho Total de Rampa – Cantidad de Dentellón \* Longitud de Dentellón \* Ancho de Dentellón

**Vol. Relleno Material Mixto [m³c]** = Área de Relleno \* Espesor de Base

**Vol. Desalojo [m³s]** = (Volumen de Excavación Acumulado + Volumen de Excavación Adicional para Dentellón) \* Abundamiento

**Tabla 42** Resumen de Resultados de Movimiento de Tierra.

Descripción	Total
Volumen de Excavación [m³]	21.895
Área de Relleno [m²]	62.809
Volumen de Relleno Mat. Mixto [m³c]	12.562
Volumen de Desalojo [m³s]	28.463
Volumen de Relleno Material Selecto [m³s]	8.165
Volumen de Relleno Hormigón [m³s]	8.165

**Fuente:** Elaboración Propia

#### 5.3.5.4 Trazo y Nivelación

Sobre el terreno natural, se señalará el perímetro de excavación con Yeso molido. La cuadrilla de topografía delimitará el perímetro ubicando puntos con clavos de arandela (Uno por vértice). En la nivelación se utilizarán 3 estacas por estacionamiento para el nivel de terrazo y 3 estacas por estacionamiento para obtener el nivel de base una vez colocado el material mixto. Las estacas tendrán una longitud total de 45cms.

**Perímetro de Nivelación [m]** = 2 \* Longitud de Rampa + 2 \* Ancho de Rampa

**Área de Nivelación [m²]** = Longitud de Rampa \* Ancho de Rampa

**Cuartón 2"x2" [m]** = 0.45 \* 3 \* 3 \* 2

**Yeso Molido [m]** = Perímetro de Nivelación

**Clavos con Arandela 2½" [Und] = Cantidad de Vértices**

**Pintura en Spray [Und] = 1**

**Tabla 43** Resumen de Resultados para Trazo y Nivelación.

Descripción	Total	Desperdicio	Total + Desp
<b>Perímetro de Rampa [m]</b>	33.100		-
<b>Área de Nivelación [m²]</b>	65.500	0%	<b>65.500</b>
<b>Cuartón 2"x2" [m]</b>	8.100	20%	<b>9.720</b>
<b>Clavos con Arandela 2½" [Und]</b>	6.000	30%	<b>8.000</b>
<b>Yeso Molido [m]</b>	33.100	20%	<b>39.720</b>
<b>Pintura en Spray [Und]</b>	1.000	0%	<b>1.000</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

### 5.3.5.5 Mano de Obra

Se consideran las siguientes actividades de mano de obra al destajo. Todos los valores se obtienen a partir de los cálculos ya realizados<sup>24</sup>.

**Tabla 44** Resumen de Mano de Obra al destajo.

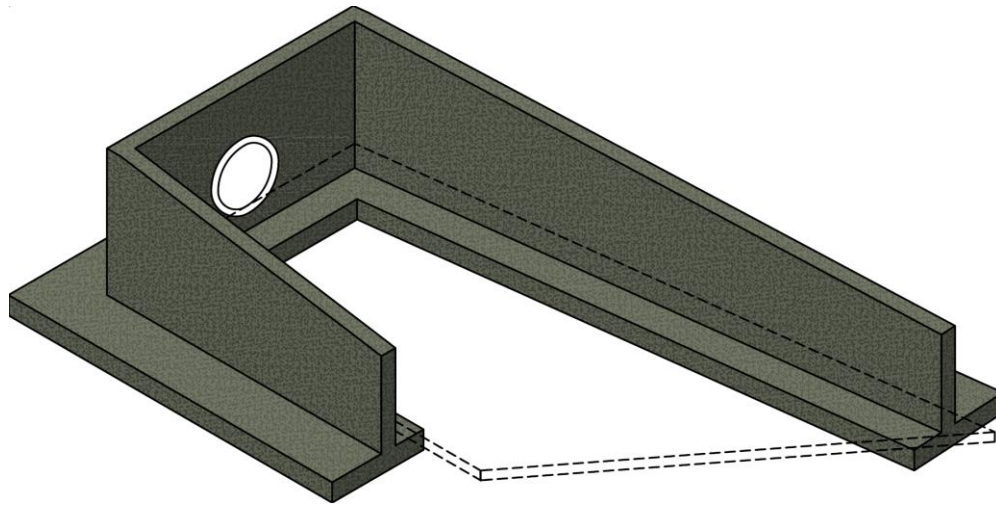
Descripción	Unidad	Total
<b>Carpeta de Adoquinado 3500 PSI e=10cm</b>		
Hacer y Colocar mortero de cemento y arena	M3	0.211
Colocar Adoquines sobre Base de Arena	M2	57.148
Hacer colchón de arena de 3 a 5 cm de espesor	M2	57.148
<b>Bordillo, Aletones y Dentellones de Concreto Simple</b>		
Concreto de 3000 PSI con mezcladora de un saco	M3	2.844
Fundir concreto premezclado en bordillo	ML	2.844
Colocar molde en vigas laterales	M2	14.541
<b>Excavación, Relleno y Desalojo de Material Natural</b>		
Conformar terrenos con cortes y rellenos no mayores de 5 cm	M2	65.500
Relleno y compactación en capas de 20 cm a máquina	M3	12.562
Excavación de Zanjas Ancho= 0 a 0.2 mt, Prof= 0 a 40 cm	ML	17.940
<b>Base de Agregados Naturales</b>		
Conformar terrenos con cortes y rellenos no mayores de 5 cm	M2	17.940
Relleno y compactación en capas de 20 cm a máquina	M3	16.330

**Fuente:** Elaboración Propia

<sup>24</sup> Se deben considerar los valores sin desperdicio u holgura.

### 5.3.6 Cabezal y Rampa de Descarga

*Ilustración 35 Cabezal y Rampa de Descarga en Isométrico.*



**Fuente:** *Elaboración Propia*

Para realizar el Take-Off de esta actividad es necesario conocer todas las características estructurales y constructivas de los cabezales y losas de descarga, el nivel de terreno natural y el nivel de fondo. Esta información se obtiene a partir de los Planos “05-06 Planta de Diseño Hidráulico”, “07-08 Diseño Hidráulico en Perfiles” y “14 Planta Ampliada de Rampas y Detalles”.

#### 5.3.6.1 Cálculo de Obras Grises

➤ **Zapata de Concreto Reforzado** Para realizar el cálculo de acero y concreto de la zapata, es necesario determinar primeramente su longitud total; al multiplicar este valor por el ancho y espesor del elemento se podrá conocer su volumen total y a su vez, aplicando las separaciones y recubrimientos para el acero, se puede determinar la cantidad total de varillas.

**Volumen de Concreto [m<sup>3</sup>] = Longitud de Zapata \* Ancho de Zapata \* Espesor de Zapata**

Nota: debido a que hay varillas de refuerzo en ambas direcciones, se definirá un nombre a cada dirección para facilitar su identificación. Las varillas más largas que se colocarán de forma paralela a la longitud de la zapata se le conocerán



como “Refuerzo Longitudinal” y a las varillas que se colocarán perpendiculares a las varillas longitudinales se le conocerá como “Refuerzo Perpendicular”.

**Longitud de Ref. Longitudinal [m]** = Longitud de Zapata – 2 \* Recubrimiento

**Longitud de Ref. Perpendicular [m]** = Ancho de Zapata – 2 \* Recubrimiento

**Cantidad de Ref. Longitudinal [Und]** = Redondear (Longitud de Refuerzo Perpendicular / Separación entre Elementos + 1, 0)

**Cantidad de Ref. Perpendículo [Und]** = Redondear (Longitud de Refuerzo Longitudinal / Separación entre Elementos + 1, 0)

**Acero de Refuerzo [m]** = Longitud de Ref. Longitudinal \* Cantidad de Ref. Longitudinal + Longitud de Ref. Perpendicular \* Cantidad de Ref. Perpendicular

➤ **Calculo de Concreto en Muro** consiste en determinar el área central de los muros y posteriormente multiplicar por el espesor para obtener el volumen.

En el caso del muro central, es necesario restar el área generada por el diámetro externo de la tubería de descarga. En los muros laterales hay que tomar en cuenta la disminución de altura, por lo que el cálculo será similar al de un trapecio, también hay que restar el espesor del muro central de la longitud de los muros laterales, ya que al multiplicar por el espesor se estaría calculando 2 veces un mismo volumen.

**Área Muro Central [m<sup>2</sup>]** = Ancho Total Muro Central \* Altura Total Muro Central – Pi ( ) \* (Diámetro Externo de Tubería ^2) / 4

**Área Muro Lateral [m<sup>2</sup>]** = (Longitud Total Muro Lateral – Espesor Muro Central) \* (Altura Inicial Muro Lateral + Altura Final Muro Lateral) / 2

**Volumen de Concreto [m<sup>3</sup>]** = Σ (Área de Muro \* Espesor de Muro)

➤ El **Cálculo de Acero en Muro** será similar al cálculo de acero para zapatas de concreto reforzado. Primeramente, debido a que la altura de los muros es variable, para facilitar el cálculo es necesario determinar una altura promedio que permitirá obtener la cantidad total de acero con menos pasos; esta se obtiene

dividiendo la sumatoria de las áreas de los muros entre la longitud total de muros. Posteriormente se repiten las mismas formulas aplicadas en el cálculo de zapatas con la adición de sumar el acero en <sup>25</sup>Bastones y el acero que rodeara a la tubería.

$$\text{Altura Promedio de Muro [m]} = (\Sigma \text{Área de Muro}) / (\Sigma \text{Longitud de Muro})$$

$$\text{Longitud de Ref. Longitudinal [m]} = (\Sigma \text{Longitud de Muro}) - 2 * \text{Recubrimiento}$$

$$\text{Longitud de Ref. Perpendicular [m]} = \text{Altura Promedio de Muro} - \text{Recubrimiento}$$

$$\text{Cantidad de Ref. Longitudinal [Und]} = \text{Redondear} (\text{Longitud de Refuerzo Perpendicular} / \text{Separación entre Elementos} + 1, 0)$$

$$\text{Cantidad de Ref. Perpendículo [Und]} = \text{Redondear} (\text{Longitud de Refuerzo Longitudinal} / \text{Separación entre Elementos} + 1, 0)$$

$$\text{Longitud de Bastones [m]} = (\text{Longitud de Talón de Zapata} - \text{Recubrimiento Lateral de Zapata}) + \text{Recubrimiento Lateral de Muro} + \text{Recubrimiento Superior de Zapata} + \text{Longitud de Traslape}$$

Nota: Para el cálculo del acero total, hay que considerar los traslapes en el acero longitudinal; esto debido a que, al ser un elemento muy largo, sobrepasa el tamaño comercial de las varillas. La cantidad de traslapes se determina dividiendo la longitud del refuerzo entre la longitud comercial de varillas, que es 20pies, posteriormente se multiplica por la longitud de traslape.

$$\text{Acero de Refuerzo \#4 [m]} = [\text{Longitud de Ref. Longitudinal} + \text{Redondear} (\text{Longitud de Ref. Longitudinal} / 6, 0) * \text{Longitud de Traslape}] * \text{Cantidad de Ref. Longitudinal} + (\text{Longitud de Ref. Perpendicular} + \text{Longitud de Bastones}) * \text{Cantidad de Ref. Perpendicular}$$

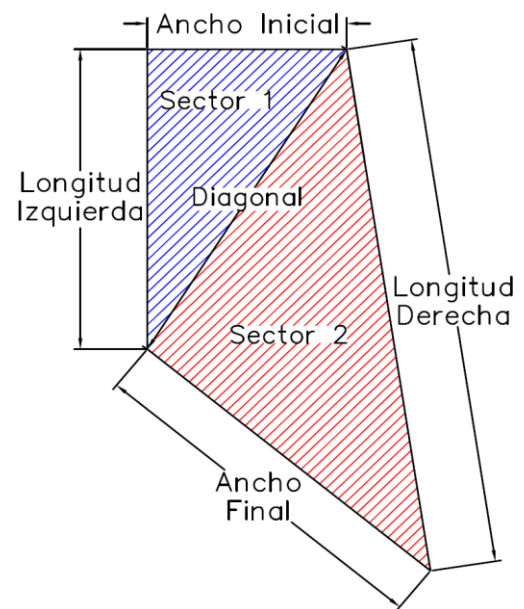
$$\text{Acero de Refuerzo \#5 [m]} = \text{Pi} () * (\text{Diámetro Externo de Tubería} + 2 * \text{Separación al Contorno del Tubo}) + \text{Longitud de Traslape}$$

---

<sup>25</sup> Son los elementos encargados de unir el acero de los muros con el de la zapata.

➤ **Losa de Concreto Simple:** Como se muestra en la ilustración, la losa se ve representada como un elemento trapezoidal (Todos sus lados miden distinto), por lo que será necesario determinar su área en planta, similar al cálculo de áreas en trapezoides. El proceso consiste en trazar una diagonal para dividir la forma irregular en dos triángulos y proceder a determinar el área individual de cada uno y posteriormente sumarlo. El volumen de concreto se determina multiplicando el área por espesor.

**Ilustración 36** Esquema de Losa.



**Diagonal de Losa [m] = Raíz [(Ancho Inicial de Losa  $^2$ ) + (Longitud Izquierda de Losa  $^2$ )]** **Fuente:** Elaboración Propia

**Área de Sector Losa #1 [m $^2$ ] = (Ancho Inicial de Losa \* Longitud Izquierda de Losa) / 2**

**Área de Sector Losa #2 [m $^2$ ] = Ancho Final Losa \* Longitud Derecha Losa \* SENO (ACOS ((Diagonal Losa  $^2$  - Ancho Final Losa  $^2$  - Longitud Derecha Losa  $^2$ ) / (-2 \* Ancho Final Losa \* Longitud Derecha Losa))) / 2**

**Volumen de Concreto en Losa [m $^3$ ] = Área Total de Losa \* Espesor de Losa**

**Tabla 45** Resumen de Resultados de Obras Grises.

Descripción	Total	Desperdicio	Total + Desp
<b>Concreto 3000 PSI [m<math>^3</math>]</b>			<b>26.060</b>
Concreto para Losas [m $^3$ ]	5.810	3%	5.984
Concreto para Fundaciones [m $^3$ ]	10.218	5%	10.729
Concreto en Muros [m $^3$ ]	8.987	4%	9.347
<b>Acero 40 KSI [qq]</b>			<b>29.595</b>
Varilla Corrugada #5 [m]	7.472	2%	7.621
Varilla Corrugada #4 [m]	930.909	3%	958.836
Alambre de Amarre [lbs]	46.919	10%	51.611

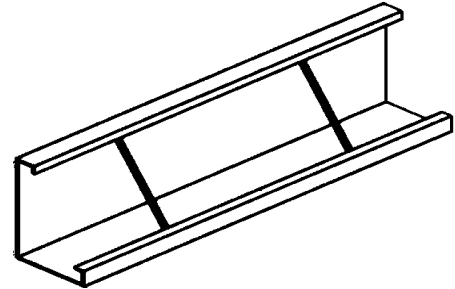
**Fuente:** Elaboración Propia

Nota: no se realiza dosificación del concreto debido a que se utilizará concreto pre-mezclado para la realización de la llena.

### 5.3.6.2 Calculo de Materiales de Formaletas

➤ **Formaleta en Zapata:** Para el llenado de Zapatas se alquilarán formaletas metálicas para bordillos, ya que brindan la resistencia necesaria para soportar volúmenes considerables de concreto. Estas se colocan a lo largo del perímetro de la zapata.

**Ilustración 37** Formaleta Metálica para Bordillo.



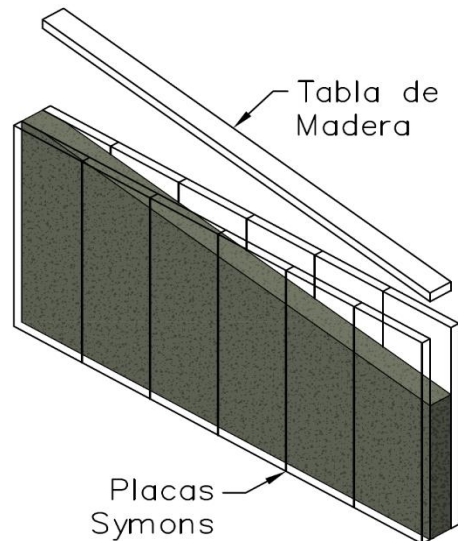
**Fuente:** Elaboración Propia

**Longitud Formaleta Metálica para Bordillo [m]**  
= Perímetro de Zapata

➤ **Formaleta para Muros** se recomienda utilizar el sistema de encofrado Steel-Ply como formaleta principal y en la variación de altura se utilizarán tablas de madera para mantener la uniformidad.

Primeramente, se debe determinar la altura de la formaleta según disponibilidad comercial (2ft, 3ft, 4ft, 5ft, 6ft y 8ft) y de forma longitudinal se utilizarán de placas de 24" de ancho en el perímetro de los muros, complementando con placas de 8" para las esquinas y extremos<sup>26</sup>.

**Ilustración 38** Formaleta para Muros.



**Fuente:** Elaboración Propia

**Altura Placa en Muro [m]** = (Altura Total de Muro) / (12 \* 0.0254), redondear al superior entre {2, 3, 4, 5, 6, 8}

<sup>26</sup> Se utilizan formaletas con ancho igual al espesor del muro para poder cerrar las aberturas que se generan en las esquinas, utilizando 2 placas en este caso. Para sellar en los extremos, se utilizará una placa por lado.

**Cantidad de Placas B=24" [m] = 2 \* Redondear.Más (Longitud Total de Muro / Ancho de Placa, 0)**

**Cantidad de Placas B=8" [m] = 2 \* Cant. de Esquinas + 1 \* Cant. de Extremos**

**Tabla 1"x8" [m] = Raíz [(Altura Inicial de Muro – Altura Final de Muro) ^2 + (Longitud de Muro Izquierdo + Longitud de Muro Derecho – 2 \* Espesor Muro) ^2]**

**Clavos 2½" [Und] = Redondear (Longitud Tabla 1"x8" / 0.45 + 2, 0)**

**Tabla 46** Resumen de Resultados para Formaleta.

Descripción	Total	Desperdicio	Total + Desp.
Formaleta Metálica para Borde [m]	68.080	0%	68.080
Cantidad de Placas B=24" [Und]	100.000	0%	100.000
Cantidad de Placas B=8" [Und]	12.000	0%	100.000
Tabla 1"x8" [m]	23.256	20%	27.908
Clavos 2½" [Und]	56.000	30%	72.800

**Fuente:** Elaboración Propia

El Metraje Cuadrados de Formaleta<sup>27</sup> para pago de Mano de Obra en:

**Formaleta en Muros [m²] = 89.87      Formaleta en Zapata [m²] = 8.51**

### 5.3.6.3 Movimiento de Tierra

El cálculo de movimiento de tierra se realizará por estacionamientos, considerando cortes al inicio, al centro y al final de la rampa. El área transversal de excavación se calculará en base a el ancho total del cabezal, considerando los talones de zapata que sobresalen en extremos más la sobre excavación a realizar.

**Área de Transversal Excavación para Base [m²] = (Nivel de Terreno Natural – Nivel de Nivel de Base Terminada) \* (Ancho Total de Cabezal + 2 \* Longitud de Talón de Zapata + 2 \* Sobre Excavación)**

<sup>27</sup> El metraje cuadrado de formaleta se obtiene calculando el área de los elementos principales de formaleta sin considerar desperdicio. Por motivo de pago de mano de obra, se deben calcular individualmente el metraje para muros y el metraje para zapata.

**Volumen de Excavación Acumulado para Base [m³] = ((Dist. entre Estaciones) / 3) \* (Area1 + Area2 + Raíz (Area1 \* Area2))**

**Vol. Excavación Adicional para Suelo Cemento [m³b] = (Ancho de Zapata + 2 \* Sobre Excavación) \* Sobre Excavación \* Longitud Total de Zapata**

**Cemento para Suelo Cemento [Und] = Redondear (Vol. Suelo Cemento \* Cantidad de Bolsas por Metro Cubico, 0)**

**Vol. Relleno en Zapata [m³c] = (Ancho de Zapata + 2 \* Sobre Excavación) \* (Sobre Excavación + Espesor de Zapata) \* Longitud Total de Zapata – Volumen de Concreto de Zapata**

**Vol. Relleno en Muros [m³c] = (Longitud Talón de Zapata + 2 \* Sobre Excavación) \* [Área Muro Izquierdo + Área Muro Derecho + (Ancho Total Cabezal + 2 \* Longitud de Talón de Zapata + 2 \* Sobre Excavación) \* Altura Total Muro]**

**Vol. Relleno en Losa [m³c] = Área Total de Losa \* (Altura entre Zapata y Losa)**

**Vol. Desalojo [m³s] = [Vol. Total Excavación – (Vol. Total Relleno + Vol. Suelo Cemento) / (Enjutamiento \* Abundamiento)] \* Abundamiento**

**Tabla 47** Resumen de Resultados para Movimiento de Tierra.

Descripción	Cabezal 1	Cabezal 2	Total
<b>Volumen Total de Excavación [m³b]</b>	<b>63.020</b>	<b>42.212</b>	<b>105.231</b>
Vol. de Excavación para Base [m³b]	54.059	33.252	87.311
Vol. de Exc. para Suelo Cemento [m³b]	8.960	8.960	17.921
<b>Cemento para Mejoramiento [Und]</b>	<b>27.000</b>	<b>27.000</b>	<b>54.000</b>
<b>Volumen Total de Relleno [m³c]</b>	<b>46.182</b>	<b>43.006</b>	<b>89.187</b>
Volumen de Relleno para Zapata [m³c]	11.318	11.318	22.637
Volumen de Relleno en Muros [m³c]	25.665	27.330	52.995
Volumen de Relleno en Losa [m³c]	9.199	4.357	13.556
<b>Volumen de Desalojo [m³s]</b>	<b>21.889</b>	<sup>28</sup> <b>- 1.032</b>	<b>20.858</b>

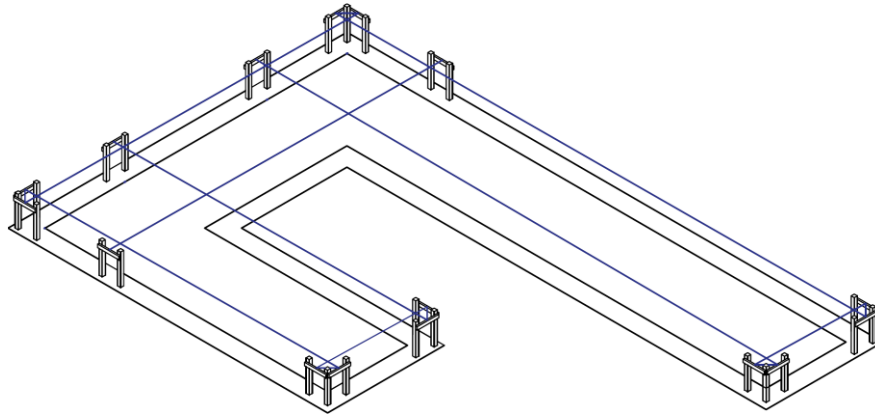
**Fuente:** Elaboración Propia

<sup>28</sup> El Valor negativo significa que se necesita un volumen de material de relleno mayor al del excavado; al momento de realizar la sumatoria, este se compensa con el sobrante del otro cabeza.

#### 5.3.6.4 Trazo y Nivelación

Sobre el terreno natural, se señalará el perímetro de excavación con Yeso molido, permitiendo al operario de maquinaria identificar el sector a excavar. La Cuadrilla de topografía delimitará el perímetro con puntos con clavos de Arandela.

*Ilustración 39 Detalle de Nivelación de Fondo.*



**Fuente:** *Elaboración Propia*

Sobre el terreno natural, se señalará el perímetro de excavación con Yeso molido, permitiendo al operario de maquinaria identificar el sector a excavar. La cuadrilla de topografía delimitará el perímetro ubicando puntos con clavos de arandela.

En la nivelación se utilizarán niveletas dobles en cada esquina del fondo y niveletas sencillas para complementar la forma como se muestra en la ilustración, compuestas por cuartones, reglas, clavos y lienzas.

Características de Niveletas: Estacas de 1.00 m de Altura, Reglas de 0.30 m de largo, se utilizarán 5 clavos por regleta y lienza fijada al centro de cada una.

**Área de Nivelación [m<sup>2</sup>]** = (Ancho de Zapata + 2 \* Sobre Excavación) \* Longitud Total de Zapata

**Cuartón 2"x2" [m]** = Cantidad de Niveletas Dobles \* 3 \* 1 + Cantidad de Niveletas Simples \* 2 \* 1

**Regla 1"x3" [m] = Cantidad de Niveletas Dobles \* 2 \* 0.30 + Cantidad de Niveletas Sencillas \* 1 \* 0.30**

**Clavos 2½" [Und] = Cant. Niveletas Dobles \* 2 \* 5 + Cant. Niveletas Simples \* 5**

**Lienza [m] = Yeso Molido [m] = Perímetro de Zapata + Cantidad de Esquinas \* Sobre Excavación**

**Clavos con Arandela 2½" [Und] = Cantidad de Esquinas \* 2**

**Tabla 48** Resumen de Resultados Trazo y Nivelación.

Descripción	Total	Desperdicio	Total + Desp.
Área de Nivelación [m²]	59.736	0%	59.736
Cuartón 2"x2" [m]	52.000	20%	62.400
Regla 1"x3" [m]	9.600	20%	11.520
Clavos 2½" [Und]	160.000	30%	208.000
Lienza [m]	72.880	20%	87.456
Clavos con Arandela 2½" [Und]	32.000	30%	42.000
Yeso Molido [m]	72.880	20%	87.456

**Fuente:** Elaboración Propia

### 5.3.6.5 Mano de Obra

Se consideran las siguientes actividades de mano de obra al destajo. Todos los valores se obtienen a partir de los cálculos ya realizados<sup>29</sup>.

**Tabla 49** Resumen de Mano de Obra al Destajo.

Descripción	Unidad	Total
<b>Rampa de Concreto Simple</b>		
Fundir losa de contrapiso desde 10 hasta 20 cms	M3	5.810
Conformar terrenos con cortes y rellenos no mayores de 5 cm	M2	48.414
<b>Cabezal de Descarga de Concreto Reforzado</b>		
Fundir Zapatas mayores de 0.10 M3	M3	10.218
Fundir Paredes hasta 20 cms de Espesor	M3	8.987
Alistar, armar y colocar acero en Todo Meno o Igual al #5	QQ	21.777
<b>Formaleta en Muros y Zapata</b>		
Hacer y Colocar Molde en Muros	M2	89.872
Desenfofre y Limpieza de Molde en Muros	M2	89.872

<sup>29</sup> Se deben considerar los valores sin desperdicio u holgura.



Descripción	Unidad	Total
Colocar molde en zapatas y/o cimientos corridos	M2	8.510
Desenfofre y limpieza de molde en zapatas y/o cimientos corridos	M2	8.510
<b>Excavación, Relleno y Desalojo de Material Natural</b>		
Conformar terrenos con cortes y rellenos no mayores de 5 cm	M2	59.736
Relleno y compactación en capas de 20 cm a máquina	M3	89.187

**Fuente:** *Elaboración Propia*

## 5.4 Consolidación de Resultados DH

**Tabla 50** Consolidación de Resultados para el Diseño Hidráulico.

Etapa	Descripción	U/M	Total
<b>500</b>	<b>Preliminares</b>		
<b>500.02</b>	<b>Trazo y Nivelación</b>	<b>ML</b>	<b>458.240</b>
500.02-01	Trazo y Nivelación para Tuberías (Incl. Estacas de Madera + Mano de Obra Topografía)	ML	458.240
<b>500.06</b>	<b>Demoliciones y Restauraciones</b>	<b>GLB</b>	<b>1.000</b>
500.06-01	Demolición Manual de Cuneta de Concreto	ML	6.490
500.06-02	Remoción y Desalojo de Tubería TCR-18"	ML	9.810
500.06-03	Demoler Canal o Canaleta con Retro Excavadora	ML	81.380
500.06-04	Demolición Manual de Asfalto Existente	M2	93.174
500.06-05	Demoler Manualmente Rampa de Piedra Cantera	M2	20.065
500.06-06	Demolición con Equipo Cabezal de Conc. Exist.	M3	7.942
500.06-07	Demolición Manual de Losa de Concreto	M2	47.750
500.06-08	Demolición de Tragante de Parrilla	ML	6.000
500.06-09	Desalojo de Escombros a 8 KM (Carga Equipo)	M3	84.777
500.06-10	Desalojo de Parrilla Metálica a Plantel 5KM	M3	0.780
500.06-11	Restauración de Cuneta de Concreto Simple	ML	6.490
500.06-12	Restauración de Carpeta Asfáltica	M2	93.174
500.06-13	Restauración de Base de Agregados Naturales 50% Hormigón y 50% Material Selecto	M3	32.611
<b>505</b>	<b>Alcantarillado Pluvial</b>		
<b>505.01</b>	<b>Excavación para Estructuras</b>	<b>M3</b>	<b>872.391</b>
505.01-01	Excavación para Estructuras T. Natural (con Retro Excavadora) No Incl. Desalojo	M3	872.391
<b>505.02</b>	<b>Relleno y Compactación de Suelos</b>	<b>M3</b>	<b>519.576</b>
505.02-01	Relleno y Compactación Manual (C/Apisonadora)	M3	519.576
505.02-02	Desalojo de Material a 8 KM (Carga Equipo)	M3	458.660
<b>505.05</b>	<b>Alcantarilla de Concreto Reforzado</b>	<b>ML</b>	<b>458.240</b>
505.05-01	Alcantarilla de Concreto Reforzado ASTM C-76 Clase II Diam.= 30" (Con Equipo, Incl. Lecho)	UND	173.020
505.05-02	Alcantarilla de Concreto Reforzado ASTM C-76 Clase II Diam.= 24" (Con Equipo, Incl. Lecho)	UND	230.720
505.05-03	Alcantarilla de Concreto Reforzado ASTM C-76 Clase II Diam.= 18" (Con Equipo, Incl. Lecho)	UND	54.500
<b>510</b>	<b>Dispositivos de Drenaje</b>		

<b>Etapas</b>	<b>Descripción</b>	<b>U/M</b>	<b>Total</b>
<b>510.01</b>	<b>Pozos de Visita</b>	<b>C/U</b>	<b>11.000</b>
510.01-01	Pozo PVP D=1.20m, Hcono=0.60m, Ht=1.50 - 2.00m, Para Alcant de 24" (Inc. Tapa Polieti)	C/U	1.000
510.01-02	Pozo PVP D=1.35m, Hcono=0.75m, Ht=2.00 - 2.50m, Para Alcant de 30" (Inc. Tapa Polieti)	C/U	2.000
510.01-03	Pozo PVP de Concreto Reforzado D=1.20m, Ht=1.00 - 1.50m, Alcant de 24" (Inc. Tapa Polieti)	C/U	3.000
510.01-04	Pozo PVP de Concreto Reforzado D=1.35m, Ht=1.00 - 1.70m, Alcant de 30" (Inc. Tapa Polieti)	C/U	5.000
<b>510</b>	<b>Dispositivos de Drenaje</b>		
<b>510.02</b>	<b>Tragantes</b>	<b>C/U</b>	<b>13.000</b>
510.02-01	Caja Tragante Triple con Pared de Bloque de 6" L=1.00m B=0.75m H=1.10m (Incluye Todo)	C/U	12.000
510.02-02	Tragante Transversal con Pared de Piedra Cantera a Plan y Parrilla de Tubo de 4"	ML	7.140
<b>510.29</b>	<b>Rampas de Adoquín</b>	<b>M2</b>	<b>65.500</b>
510.29-01	Carpeta de Adoquinado 3500 PSI e=10cm	M2	57.148
510.29-02	Bordillo, Aletones y Dentellones de Conc. Simple	M3	2.987
510.29-03	Excavación, Relleno y Desalojo de Mat. Natural	M3	21.895
510.29-04	Base de Agregados Naturales 50% Hormigón y 50% Material Selecto (Materiales Comprados)	M3	16.330
<b>510.10</b>	<b>Rampas</b>	<b>M3</b>	<b>5.984</b>
510.10-01	Rampa de Concreto Simple Espesor=12cm	M3	5.984
<b>510.16</b>	<b>Muros, Cabezales y Aletones Conc. Reforzado</b>	<b>M3</b>	<b>20.076</b>
510.16-01	Cabezal de Descarga Concreto Reforzado Esp. Muro=20cm Esp.Zapata=25cm H=1.50m - 2.00m	M3	20.076
510.16-02	Formaleta en Muros y Zapata	M2	98.382
510.16-03	Excavación, Relleno y Desalojo de Mat. Natural	M3	105.231

**Fuente:** Elaboración Propia

## 5.5 Listado de Materiales, Mano de Obra y Equipo DH

**Tabla 51** Listado de Materiales, Mano de Obra y Equipos del Diseño Hidráulico.

<b>Descripción</b>	<b>U/M</b>	<b>Total</b>
<b>Topografía</b>		
Trazo y Nivelación en Tramo Lineal	ML	464.730
Trazo y Nivelación por Área	M2	314.052
<b>Materiales</b>		
Adoquín (Completo) T. Trafico 3500 PSI e=10cm	UND	1,273.000
Adoquín (Medio) T. Trafico 3500 PSI e=10cm	UND	53.000
Agua Potable	GLN	2,659.712
Alambre de Amarre #18	QQ	2.885
Arena Fina (Tamiz #4)	M3	35.222
Bloque de Concreto 6"	UND	822.000
Bloque de Piedra Cantera 40cmx60cmx15cm	UND	366.000

Descripción	U/M	Total
Cemento Portland Tipo I (45.5 Kg)	UND	528.554
Clavo Corriente 2½"	LBS	164.680
Clavos de Acero con Arandelas 2½"	LBS	9.981
Compra de Emulsión Asfáltica de Rompimiento Rápido	LTS	102.492
Compra de Pavimento de Concreto Asfáltico en Caliente	M3	4.659
Concreto 3000 PSI Pre-Mezclado	M3	49.399
Cuartones 2"x2"x5vrs	UND	195.470
Cuartones 2"x3"x5vrs	UND	133.267
Cuartones 3"x3"x5vrs	UND	90.415
Disco de Diamante 14" Dewalt	UND	1.000
Electrodos 6012 1/8" x 14"	LBS	7.050
Grava (Piedra Triturada) Media Pulgada	M3	27.294
Hormigón Rojo (Pista Suburbana)	M3	24.471
Ladrillo Trapezoidal PV2	UND	1,346.000
Ladrillo Trapezoidal PV4	UND	1,018.000
Lamina de Plywood 4'x8'	UND	8.468
Lamina de Zinc Liso 4'x8'	UND	45.035
Material Selecto (Los Martínez)	M3	188.826
Perlin Metálico para Bordillo H=25cm (Alquiler)	ML	68.080
Perlin Metálico para Bordillo H=32cm (Alquiler)	ML	45.440
Pintura en Spray	UND	12.000
Placas Symons "Steel Ply" B=24" H=6ft (Alquiler)	UND	100.000
Platina Angular 4"x4"x1/4"	UND	2.108
Platina de Acero 0.60mx1.00mx1/4"	UND	2.000
Regla 1"x3"x5vrs	UND	383.309
Rollo de Lienza 100 metros	UND	5.000
Rollo de Lienza 50 metros	UND	8.605
Rollo de Plástico Negro Grueso Ancho = 4ft	YDS	51.136
Tabla 1"x10"x5vrs	UND	171.242
Tabla 1"x12"x5vrs	UND	33.847
Tabla 1"x6"x5vrs	UND	5.595
Tabla 1"x8"x5vrs	UND	74.327
Tapa y Aro de Polietileno Media Densidad Resist.=21Ton	UND	12.000
TCR ASTM C-76 Clase II Diam.= 18" Long.= 1.25m	UND	7.000
TCR ASTM C-76 Clase II Diam.= 18" Long.= 2.50m	UND	19.000
TCR ASTM C-76 Clase II Diam.= 24" Long.= 1.25m	UND	3.000
TCR ASTM C-76 Clase II Diam.= 24" Long.= 2.50m	UND	91.000
TCR ASTM C-76 Clase II Diam.= 30" Long.= 1.25m	UND	1.000
TCR ASTM C-76 Clase II Diam.= 30" Long.= 2.50m	UND	69.000
Tubo PVC 1/2"	UND	2.604
Tubo Standar Weight Circular de D=4" t=1/4"	UND	5.354
Varilla Corrugada #3	UND	79.355
Varilla Corrugada #4	UND	724.274
Varilla Corrugada #5	UND	86.507
Varilla Lisa #2	UND	546.992
Varilla Lisa #8	UND	2.828
Yeso Molido para Topografía	LBS	168.482

Descripción	U/M	Total
<b>Mano de Obra</b>		
Acarreo de Parrilla Metálica (Ancho hasta 2 mts) a 50mts	ML	5.200
Acomodar e Instalar Tuberías de Concreto Ref. Diam= 18"	ML	54.500
Acomodar e Instalar Tuberías de Concreto Ref. Diam= 24"	ML	230.720
Acomodar e Instalar Tuberías de Concreto Ref. Diam= 30"	ML	173.020
Alistar, armar y colocar acero en Todo menor o igual al #5	QQ	16.000
Alistar, armar y colocar acero en Vigas menor al #4	QQ	0.464
Alistar, armar y colocar acero en Vigas, col., losas y muros <= #5	QQ	21.777
Alistar, armar y colocar acero en Vigas, col., losas y muros <= #4	QQ	74.169
Cargar, acomodar y descargar Escombros en Retro Excavadora	M3	17.090
Cargar, acomodar y descargar Tubos de Concreto 18" L=2.50mts	C/U	4.000
Colocar Adoquines sobre Base de Arena	M2	57.148
Colocar molde en vigas laterales	M2	14.541
Colocar molde en zapatas y/o cimientos corridos	M2	8.510
Concreto de 3000 PSI con mezcladora de un saco	M3	30.664
Conformar terrenos con cortes y rellenos no mayores de 5 cm	M2	1,045.930
Cortar Pavimentos con Pulidora Manual hasta 5 cm de espesor	M2	93.174
Demoler Paredes de Piedra Cantera	M3	10.950
Demoler pavimento hasta 5 cm de espesor	M2	93.174
Demolición de cunetas de concreto	ML	6.490
Demolición de Losa de Concreto hasta 15cms de Espesor	M2	47.750
Desalojo de Escombros en Carretillas a 100mts	M3	10.172
Desalojo de Escombros en Carretillas a 50mts	M3	15.901
Desencofre y limpieza de molde en losas y vigas aéreas	M2	16.000
Desencofre y Limpieza de Molde en Muros	M2	105.872
Desencofre y limpieza de molde en zapatas y/o cimientos	M2	8.510
Despegar Piedras Canteras y acomodar a la orilla	M2	20.065
Excavación de Zanjas Ancho=0-20cm, Prof= 0-40 cm en T. Nat	ML	17.940
Fundir columnas y/o vigas hasta 0.30 x 0.30	ML	46.738
Fundir columnas y/o vigas hasta 0.20 x 0.20	ML	128.347
Fundir concreto premezclado en bordillo de hasta 0.20 x 0.50	ML	9.334
Fundir losa de contrapiso de hasta 10 cms de espesor	M2	32.850
Fundir losa de contrapiso de hasta 15 cms de espesor	M2	5.073
Fundir losa de contrapiso desde 10 hasta 20 cms	M3	2.000
Fundir losa de contrapiso desde 20 hasta 35 cms	M3	16.000
Fundir Paredes hasta 20 cms de Espesor	M3	24.987
Fundir tapaderas de concreto hasta 1.41 m de largo	C/U	36.000
Fundir Viga asísmica hasta 0.30 x 0.30	ML	109.200
Fundir Vigas hasta 0.30 x 0.30	ML	23.823
Fundir Zapatas mayores de 0.10 M3	M3	10.218
Hacer colchón de arena de 3 a 5 cm de espesor	M2	57.148
Hacer Estacas de Madera	UND	184.000
Hacer media caña para manjoles de 31" a 53" de diámetro	C/U	3.000
Hacer mediacaña en tierra para tuberías de 60 cm	ML	54.500
Hacer mediacaña en tierra para tuberías de 80 cm	ML	230.720
Hacer mediacaña en tierra para tuberías de 90 cm	ML	173.020
Hacer molde en vigas y columnas estructurales y Tapaderas	M2	203.599

Descripción	U/M	Total
Hacer mortero de cemento y arena	M3	5.617
Hacer y Colocar molde en losas y vigas aéreas	M2	16.000
Hacer y Colocar Molde en Muros	M2	105.872
Hacer y Colocar mortero de cemento y arena	M3	3.544
Hacer y Colocar Peldaños Varilla Lisa #8	C/U	13.000
Hacer y Fundir losa de contrapiso desde 11 hasta 20 cms	M3	1.715
Hacer, Colocar y Desencofrar molde en losas y vigas aéreas	M2	11.626
Pared con bloque de cemento de 6" x 8" x16"	M2	65.108
Pared con Piedra Cantera 40cmx60cmx15cm a Plan	M2	15.137
Paredes con ladrillo de barro cualquier tipo y dimensión	M2	13.636
Piqueteado con Chicharra de Martillo en Muros de Concreto	M3	7.942
Relleno y compactación de Zanjas en capas de 20 cm a máquina	M3	634.693
Relleno y compact. en ambientes con relleno no mayor a 20cm	M2	170.789
Relleno y compactación en capas de 20 cm a máquina	M3	349.624
Repello en paredes	M2	93.804
Soldadura con Electrodo E6012 t=1/8"	ML	28.493
<b>Equipos</b>		
Compactación de Carpeta Asfáltica con Equipo	M2	93.174
Demoler Muros de Concreto hasta 20cms de Espesor	M3	7.942
Demolición de Canaletas B=90cms	ML	81.380
Demolición de Tubería TCR-18"	ML	9.810
Desalojo de Escombros a Plantel Provisional a 8 KM con Camión	M3	52.166
Desalojo de Escombros con Equipo a 100mts	M3	25.032
Desalojo de Material a 8 km	M3	214.007
Desalojo de Material a Plantel Provisional a 8 KM con Camión y	M3	458.660
Desalojo de Material a Plantel Provisional a 8 KM con Camión y	M3	32.611
Desalojo de Parrilla Metálica a 5 KM con Camión y Cargador	M3	0.780
Desalojo de Tubos de Concreto a 100mts	M3	1.061
Excavación de Estructuras	M3	452.741
Imprimación de Carpeta Asfáltica	M2	93.174
Longitud para Instalación de Alcantarillas Diam.: 18"	ML	54.500
Longitud para Instalación de Alcantarillas Diam.: 24"	ML	230.720
Longitud para Instalación de Alcantarillas Diam.: 30"	ML	173.020
Relleno de Lecho en Zanjas	M3	136.963
Relleno en Tramo de Calle	M3	21.846
Relleno en Zanjas para Tuberías Principales y Secundarias	M3	497.730
Relleno y Compactación	M3	300.682
Riego de Liga con Emulsión Asfáltica	M2	93.174
Soldador Generador de 1000 Watts (Alquiler)	ML	37.041
Volumen de Excavación para Tuberías Principales	M3	811.862
Volumen de Excavación para Tuberías Secundarias	M3	60.529

**Fuente:** Elaboración Propia

## Capítulo VI Take-Off del Diseño Vial

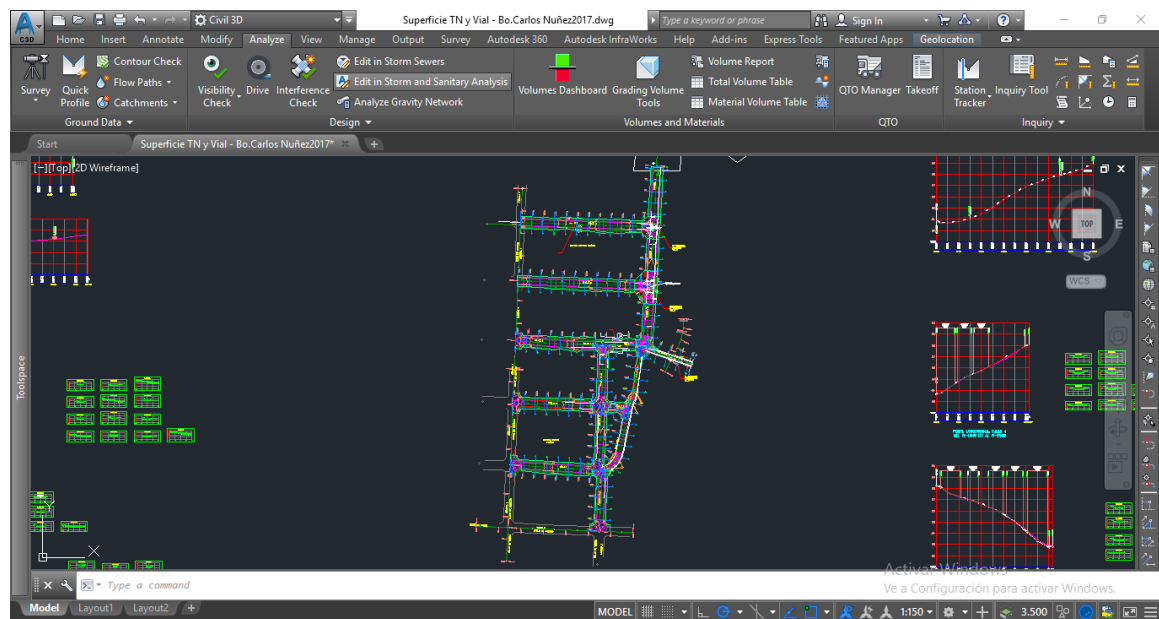
Para el estudio de este apartado se utilizarán los planos situados en el *Apéndice A.3 “Juego de Planos del Diseño Vial”*, la documentación del *Apéndice A.4 “Especificaciones Técnicas del Diseño Vial”* y el *Archivo Digital “Superficie TN y Vial - Bo.CarlosNuñez2017.dwg”*.

### 6.1 Cálculo de Cantidades de Obra en Civil 3D

#### 6.1.1 Abriendo el Archivo

Primeramente, hay que ejecutar el Programa AutoCAD Civil 3D 2018 (O versiones Compatibles) y abrir el archivo que contiene la superficie de terreno natural y diseño vial, el cual se encuentra en el CD adjunto en la siguiente dirección: Unidad de CD\Archivos Civil 3D\Superficie TN y Vial - Bo.CarlosNuñez2017.dwg

*Ilustración 40 Entorno de Trabajo en Civil 3D para el Diseño Vial*



**Fuente:** Civil 3D 2018

Al abrir el archivo se muestra el entorno de trabajo. Este se compone por la superficie del terreno natural y el diseño vial al centro, alrededor se muestran gráficos de los perfiles, secciones transversales del proyecto y otros elementos complementarios



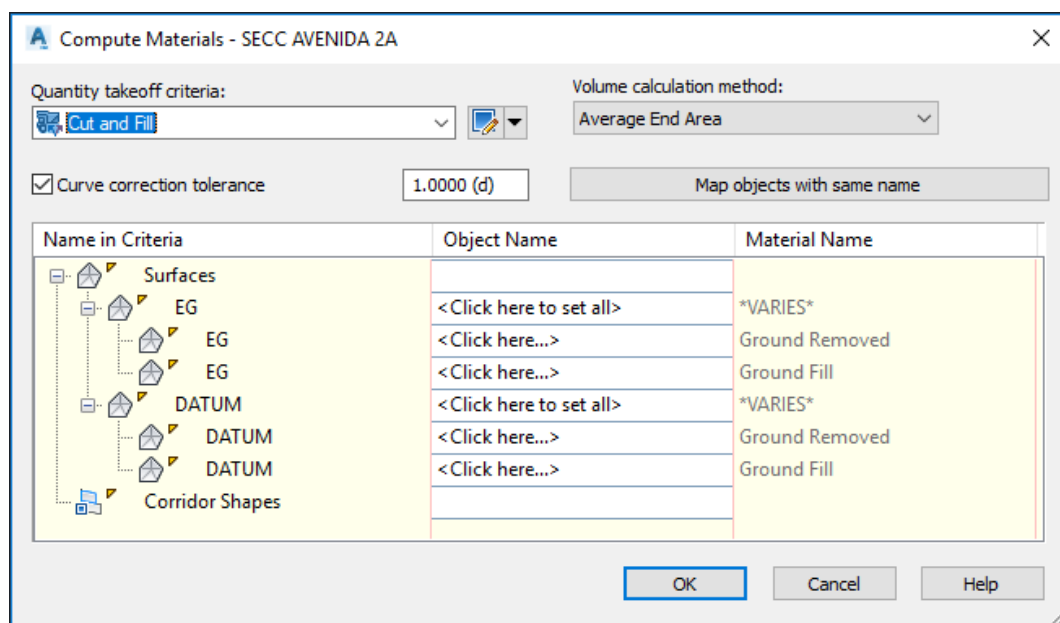
### 6.1.2 Crear una nueva Lista de Materiales

Las listas de materiales son elementos esenciales para la creación de tablas e informes de cubicación. En definición, son un conjunto de criterios aplicados a un grupo de líneas de muestreo (Sample Lines) para realizar diversos análisis.

Cuando se crea una lista de materiales, esta se almacena como parte de las propiedades del grupo de líneas de muestreo. Si se selecciona un grupo de líneas de muestreo que ya tiene una lista de materiales al momento de crear una lista nueva se abrirá la lista existente para su edición.

- a. En la pestaña “Analyze” (Analizar) de la barra de herramientas, en el grupo “Volumes and Materials”, seleccionar el icono “Compute Materials” o bien, escribir el comando “ComputeMaterials”.
- b. Aparecerá un cuadro de dialogo con dos listas desplegables, la primera muestra todos los alineamientos contenido en el proyecto y la segunda, las líneas de muestreos de cada alineamiento. Como ejemplo, se trabajará con la Avenida 2A, por lo que se procede a seleccionar el alineamiento “AL AVENIDA 2A”. Al dar clic en “OK”, aparecerá la siguiente ventana:

**Ilustración 41** Calcular Materiales (Compute Materials)














**Fuente:** Civil 3D 2018

### 6.1.3 Criterios de Cubicación de Materiales

En la lista desplegable “Quantity Takeoff Criteria” (Criterios de Cubicación de Materiales) aparecen estilos contenidos por defecto en el programa, por lo que se procederá a crear un nuevo criterio para el takeoff del proyecto. A la derecha de la lista desplegable aparece un icono que contiene un listado de acciones a realizar, presionar la flecha del icono y seleccionar “Create New”, se abrirá una ventana nueva; en la pestaña información se puede ingresar el nombre que se desee asignar a este nuevo criterio, en este ejercicio se asignará el nombre “Movimiento de Tierra y Materiales”; en la pestaña “Material List” se definirán los criterios a considerar, por lo que primeramente se añadirá un nuevo material a la lista. Dar clic al botón “Add New Material” y aparecerá una nueva fila.

Primeramente, hay que definir el nombre del material, posteriormente definir el “Quantity Type” (Tipo de Cubicación): Se utilizará “Earthworks” para los movimientos de tierra y “Structures” para los componentes de la construcción vial. Posteriormente se procede a aplicar los criterios a este nuevo material, por lo que en la sección “Define Material” se debe ingresar la información necesaria. En la lista desplegable “Data Type”, se pueden seleccionar “Surface” cuando sean trabajos de movimiento de tierra y “Corridor Shape” cuando sean materiales del pavimento,

**Ilustración 42** Listado de Materiales y Sub Criterios.

Material Name	Condition	Quantity Type	Cut ...	Fill F...	Refi...	Shape Style
 <b>Movimiento de Tierra</b>		<b>Earthworks</b>				<b>Basic</b>
 <b>Terreno Natural</b>	Base					
 <b>Datum</b>	Compare					
 <b>Pavimento Asfáltico</b>		<b>Structures</b>				<b>Basic</b>
 <b>Pave1</b>	Include					
 <b>Base de Agregados Naturales</b>		<b>Structures</b>				<b>Basic</b>
 <b>Base</b>	Include					
 <b>Cunetas y Bordillos</b>		<b>Structures</b>				<b>Basic</b>
 <b>Curb</b>	Include					
 <b>Aceras</b>		<b>Structures</b>				<b>Basic</b>
 <b>Sidewalk</b>	Include					

**Fuente:** Civil 3D 2018



**Para el movimiento de tierra**, se deben ingresar 2 superficies de definición: El Terreno Natural y el DATUM del Diseño Vial, las cuales se añadirán escribiendo el nombre en la casilla “Select Surface” y posteriormente dando clic en añadir.

La superficie de terreno natural será la base del cálculo, ya que sobre esta es donde se realizarán todos los trabajos para obtener el resultado final, es por esto que en la columna “Condition” (Condición) se le debe asignar el Tipo “Base”.

El DATUM del diseño vial se refiere a la superficie a nivel de terracería para la estructura de pavimento, es decir por debajo de la base y sub base en el rodamiento. Esta será la superficie con la que se comparará la base para obtener los valores del corte y relleno, por lo que la condición que se le asignara será la de “Compare” (Comparación).

Importante no confundir DATUM con TOP, ya que TOP se refiere al nivel de asfalto terminado, por lo que si se ingresara este criterio se obtendría un sobre relleno.

**Para las estructuras del pavimento**, se debe asignar un nombre para cada componente, asegurándose de que en “Quantity Type” se seleccione el tipo “Structure”. Posteriormente en cada material, ingresar su respectivo criterio de la siguiente manera:

Pavimento Asfáltico → Pave1      Base de Agregados Naturales → Base

Cunetas y Bordillos → Curb,      Aceras → Sidewalk.

Estos criterios aparecerán por defecto en la lista desplegable “Select Corridor Shape” (Seleccionar Componente del Corredor), por lo que hay que asegurarse de seleccionar el correcto para cada tipo.

Una vez finalizada la lista, se procede a dar clic en “Aceptar”.

#### **6.1.4 Asignación de Datos y Métodos de Cálculo**

Aparecerá nuevamente la ventana de Cálculo de Materiales, y por defecto aparecerá el nuevo criterio que se ha creado. Lo que procede es asignar los valores correspondientes a cada campo del nuevo criterio.

**Ilustración 43** Calcular Materiales: Nuevo Criterio.

Name in Criteria	Object Name	Material Name
Surfaces		
Terreno Natural	TERRENO NATURAL	Movimiento de Tierra
Datum	AVENIDA 2A AVENIDA 2A - DAT...	Movimiento de Tierra
Corridor Shapes		
Pave1	AVENIDA 2A Pave1	Pavimento Asfaltico
Base	AVENIDA 2A Base	Base de Agregados Naturales
Curb	AVENIDA 2A Curb	Cunetas y Bordillos
Sidewalk	AVENIDA 2A Sidewalk	Aceras

**Fuente:** Civil 3D 2018

En la columna “Object Name”, se procede a seleccionar los valores correspondientes a cada campo creado para que el programa realice los cálculos.

En el criterio “Terreno Natural” se debe seleccionar la superficie topográfica del proyecto, cuyo nombre aparece como “TERRENO NATURAL”.

En el Criterio “Datum” se debe seleccionar el Datum de la avenida o calle con la que se esté trabajando, en este caso la Avenida 2A: “AVENIDA 2A – DATUM”. En los componentes del pavimento, seleccionar la sección correspondiente a cada uno, como se muestra en la imagen.

Por último, se debe seleccionar el método de cálculo que el programa utilizara para determinar los volúmenes.

➤ **Average End Area (Áreas Medias):** El método de Áreas Medias calcula el volumen entre dos abscisas a partir del promedio de sus áreas (A1 y A2) multiplicado por la distancia entre las mismas.

$$\text{Volumen} = \text{Longitud} * (\text{Area1} + \text{Area2}) / 2$$

➤ **Prismoidal (Áreas Medias Mejorado):** Es una versión más precisa del método de las áreas medias, ya que añade al cálculo una sección media entre dos abscisas. Este método se utilizó más a fondo en **5.2.1 Excavación para Estructuras** y es similar al cálculo de volumen para pirámide truncada.

$$\text{Volumen} = \text{Longitud} * (\text{Area1} + \text{Area2} + \text{Raíz} (\text{Area1} * \text{Area2})) / 3$$

➤ **Composite Volumen (Triangulación de Superficies):** Dada la complejidad de este método, su aplicación se realiza únicamente asistida por computadora. El método consiste en trazar triángulos sobre una superficie tridimensional; cada uno de los planos triangulares compartirá uno de sus segmentos con otros planos para formar una superficie continua. Esta metodología es conocida como la Red Triangular Irregular (TIN, por sus siglas en inglés: “Triangulated Irregular Network”). Posteriormente, calcula el volumen para cada uno de las áreas creadas en comparación con otra superficie.

Los 3 métodos se encuentran ordenados en grado de precisión, siendo el más exacto el de “Composite Volumen”, sin embargo, como su definición indica, es aplicable únicamente cuando se comparan dos superficies, como es el caso del movimiento de tierra, sin embargo, la lista de materiales contiene los elementos del pavimento, por lo que el programa lo rechaza automáticamente. Por ende, en orden de precisión, el siguiente método para aplicar es el “Prismoidal”.

Finalmente se da clic en aceptar y todo está listo para proceder con los resultados.

### **6.1.5 Generar Reporte de Materiales**

En la pestaña “Analyze” (Analizar) de la barra de herramientas, en el grupo “Volumes and Materials”, seleccionar el icono “Volume Report”.

Se procede a seleccionar el alineamiento del cual se desea obtener los resultados, en este caso, el “AL AVENIDA 2A”, por defecto se selecciona su “Sample Line” (Línea de Muestreo) y la lista de materiales que le fue creada al alineamiento.

Por último, aparece la casilla “Select a style Sheet” (Seleccione una Hoja de Estilo), en el cual el programa trae 3 estilos preestablecidos.

Se procede a seleccionar el Estilo “Select Material”, el cual arroja los resultados para todos los materiales añadidos a nuestra lista, y se procede a dar clic en OK. Automáticamente se abre una nueva ventana con el reporte de materiales en formato “.xml” como se muestra a continuación.

*Ilustración 44 Reporte de Materiales.*

## Material Report

**Project:** C:\Users\Usuario\appdata\local\temp\Superficie TN y Vial - Bo.Carlos Nuñez2017\_1\_31087\_6628.sv\$  
**Alignment:** AL AVENIDA 2A  
**Sample Line Group:** SECC AVENIDA 2A  
**Start Sta:** 0+000.000  
**End Sta:** 0+053.877

	Area Type	Area	Inc.Vol.	Cum.Vol.
		Sq.m.	Cu.m.	Cu.m.
Station: 0+000.000				
	Movimiento de Tierra(Cut)	3.54	0.00	0.00
	Movimiento de Tierra(Fill)	0.00	0.00	0.00
	Pavimento Asfaltico	0.44	0.00	0.00
	Base de Agregados Naturales	3.09	0.00	0.00
	Cunetas y Bordillos	0.00	0.00	0.00
	Aceras	0.00	0.00	0.00
Station: 0+010.000				
	Movimiento de Tierra(Cut)	3.01	32.70	32.70

**Fuente:** Civil 3D 2018

En los títulos se muestra la ubicación del reporte, el nombre del alineamiento, el grupo de líneas de muestreo y las estaciones de inicio y final. Dentro de la tabla se muestran todos los elementos que se incluyeron previamente en la lista de materiales para cada estación del tramo seleccionado, en este caso a cada 10 metros. A la derecha se muestran 3 columnas que se definen a continuación:

- **Area [Sq.m.]:** Muestra el área transversal de cada elemento en metros cuadrados [m<sup>2</sup>] en el estacionado especificado.
- **Inc. Vol. [Cu.m.]:** Muestra el volumen entre secciones por cada tramo expresado en metros cúbicos [m<sup>3</sup>]. En esta columna se aplica la formula correspondiente al método de cálculo seleccionado en el listado de materiales.

➤ **Cum. Vol. [Cu.m.]:** Muestra el volumen acumulado expresado en metros cúbicos [m<sup>3</sup>]. Se entiende como la suma del Volumen Calculado de la estación actual más el Volumen Acumulado de la estación anterior, por lo que en la estación final del tramo se mostraran los valores totales para cada material.

La tabla por si sola es de gran utilidad para conocer las cantidades necesarias para elaborar un tramo del proyecto en específico, sin embargo, para completar el proceso de Take Off hay que apoyarse con Hojas de Cálculo en Excel.

Antes de avanzar al siguiente apartado, se debe realizar el mismo proceso para todas las calles, avenidas y callejones del proyecto. Como el Estilo de Criterio de Calculo ya fue creado para la Avenida 2A, este mismo criterio puede seleccionarse en los demás componentes del proyecto, por lo que únicamente habrá que repetir los pasos a partir de **6.1.4 Asignación de Datos y Métodos de Cálculo**.

#### 6.1.6 Elaboración de Base de Datos en Excel

Primeramente, se abrirá un nuevo libro de Excel, luego seleccionar las celdas desde A1 hasta C1 y en la barra de menú, en la pestaña Insertar: seleccionar el icono “Tabla”, se abrirá un cuadro de dialogo indicando el rango de celdas seleccionado, proceder a habilitar la opción “La tabla tiene encabezados” y dar clic en aceptar. Automáticamente se creará una nueva tabla con los títulos “Columna 1”, “Columna 2” y “Columna 3”. Proceder a reemplazar los títulos con “Ubicación”, “Descripción” y “Volumen [m<sup>3</sup>]” respectivamente. Resultará algo así:

**Ilustración 45** Nueva Tabla de Base de Datos.

	A	B	C
1	Ubicación	Descripcion	Volumen [m <sup>3</sup> ]
2			

**Fuente:** Microsoft Excel 2016

**En la Columna “Ubicación”** se ingresará la Avenida, Calle, Callejón o Intersección de origen de los datos a ingresar (Ej.: Avenia 2A, Avenida 3, Calle 2, Calle 4, etc.).

**En la Columna “Descripción”** se ingresará el nombre del elemento calculado en el reporte de materiales, los cuales son: Movimiento de Tierra (Cut), Movimiento de Tierra (Fill), Pavimento Asfáltico, Base de Agregados Naturales, Cunetas y Bordillos, Aceras. Algunas Calles no poseen Aceras, por lo que este dato no se incluirá en estos casos.

**En la columna “Volumen [m³]”** se ingresarán los volúmenes acumulados de la última estación de cada reporte de materiales. Ejemplo: Para el reporte de materiales de la Avenida 2A se utilizarán los volúmenes acumulados de la estación 0+053.877, para la Avenida 2B se utilizarán los volúmenes acumulados de la estación 0+111.785, etc.

Una vez llenada la base de datos, proceder a ordenar por “Descripción” (Esto se hace en la flecha desplegable ubicada en dicha columna) y el resultado es así:

**Ilustración 46** Nueva Tabla de Base de Datos Terminada.

	A	B	C
1	Ubicación ▼	Descripcion ▼	Volumen [m³] ▼
2	Avenida 2A	Aceras	7.84
3	Avenida 2B	Aceras	14.61
4	Avenida 3	Aceras	18.83
5	Avenida 3 Interseccion 1	Aceras	3.72
6	Avenida 3 Interseccion 2	Aceras	2.17
7	Calle 1	Aceras	15.99
8	Calle 2	Aceras	19.58
9	Calle 3	Aceras	18.03
10	Calle 4	Aceras	10.91
11	Calle 5	Aceras	12.08
12	Avenida 2A	Base de Agregados Naturales	114.76
13	Avenida 2B	Base de Agregados Naturales	252.40
14	Avenida 3	Base de Agregados Naturales	241.01
15	Avenida 3 Interseccion 1	Base de Agregados Naturales	65.02
16	Avenida 3 Interseccion 2	Base de Agregados Naturales	54.71
17	Calle 1	Base de Agregados Naturales	177.68

**Fuente:** Microsoft Excel 2016

### 6.1.7 Tabla Dinámica para Resumen de Resultados

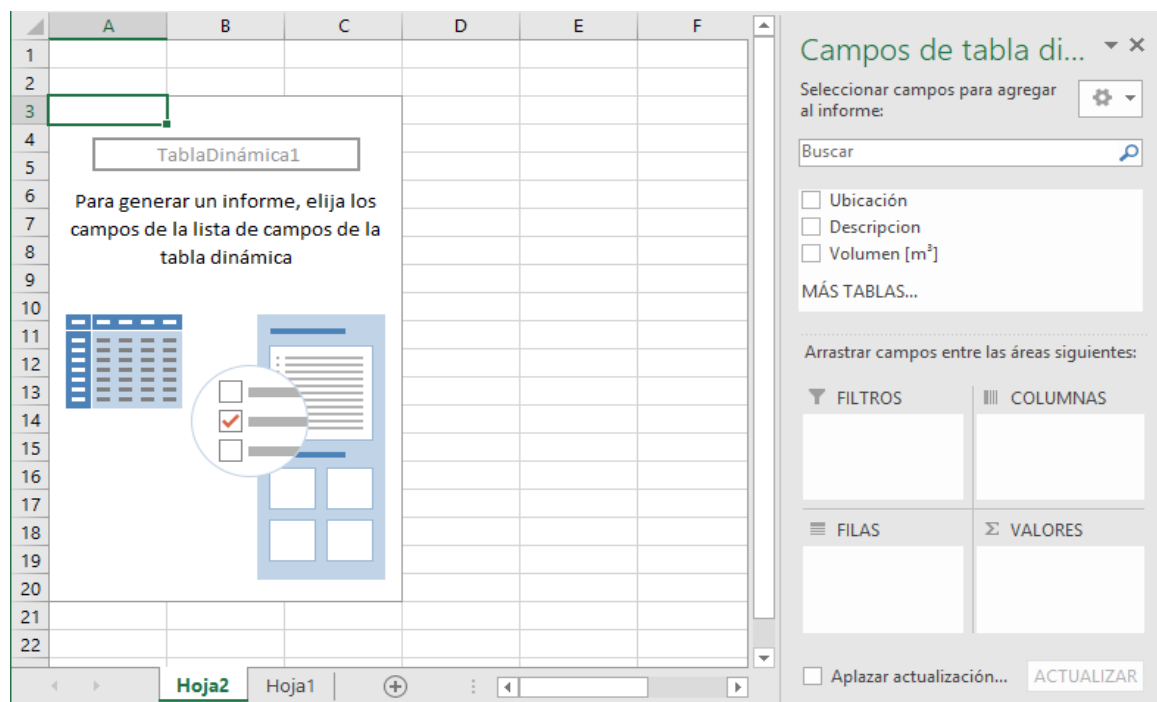
Con la base de datos previamente creada se pueden conocer las cantidades totales de obra para el proyecto, sin embargo, para realizar los cálculos posteriores se pueden cometer ciertos errores o equivocaciones, debido a que toda la información no se encuentra englobada en un solo ítem por descripción.

**Para crear la tabla dinámica, seguir el siguiente procedimiento:**

- Seleccionar el origen de datos, en este caso, la base de datos de materiales y movimiento de tierra presionando cualquier celda dentro de la tabla.
- Hacer Clic en la Pestaña “Insertar” de la barra de tareas y seleccionar el Icono “Tabla Dinámica”.
- Se abrirá un cuadro de dialogo donde aparecerá por defecto seleccionada la tabla presionada previamente. Por defecto aparecerá seleccionada la opción “Colocar en Nueva Hoja de Cálculo”, por lo que se procede a dar clic en aceptar.

Una vez creada aparecerá una nueva hoja con lo siguiente:

**Ilustración 47** Nueva Tabla Dinámica.



**Fuente:** Microsoft Excel 2016

En la parte derecha superior, se muestra la lista de campos y en la parte derecha inferior aparece el área en donde se diseñará la tabla, que está dividida en cuatro secciones: Filtros, Filas, Columnas y Sumatoria Valores.

- El campo que se coloque en la sección Filtro, aparecerá en forma de una lista desplegable desde la que se podrá seleccionar aquel elemento que se desee mostrar el resumen.
- El campo que se coloque en la sección Filas, mostrará sus elementos como encabezados o títulos de las filas en la tabla
- El campo que se coloque en la sección Columnas, mostrará sus elementos como encabezados de las columnas de la tabla
- En cuanto al campo que se coloque en la sección Sumatoria de Valores, sus datos se someterán a una determinada operación de cálculo.

Se procede a colocar el Campo “Descripción” en la casilla Fila y el Campo “Volumen [m<sup>3</sup>]” en la casilla Sumatoria de Valores, obteniendo así el resumen.

Finalmente se procede a dar formato. Hacer doble Clic en los títulos de columna y cambiar el nombre a “Descripción” y “Total [m<sup>3</sup>]” respectivamente. En la nueva columna “Total [m<sup>3</sup>]” hacer doble clic y seleccionar el boto “Formato de Numero”, y dar clic en la opción “Numero” habilitando la casilla “Separador de Miles”.

**Tabla 52** *Resumen de Resultados de Estructura de Pavimento*

Descripción	Total [m <sup>3</sup> ]
Aceras	123.76
Base de Agregados Naturales	1,803.59
Cunetas y Bordillos	188.10
Movimiento de Tierra(Cut) <sup>30</sup>	3,435.47
Movimiento de Tierra(Fill) <sup>31</sup>	38.42
Pavimento Asfaltico	257.65

**Fuente:** *Elaboración Propia*

<sup>30</sup> Cut, por su traducción “Corte”, hace referencia al volumen de excavación de la obra.

<sup>31</sup> Fill, por su traducción “Relleno”. Hace referencia al volumen de relleno de la obra.



## **6.2 Preliminares**

### **6.2.1 Limpieza Inicial**

El equipo de trabajo consta de una Cuadrilla de Obreros y Maquinaria (Mini-Cargador, Volquete y Motoniveladora). El proceso consta en remover cualquier escombros u obstáculo que pueda afectar a las demás actividades.

Para realizar el Take-Off de esta actividad es necesario conocer la longitud total del proyecto. Esta información se obtiene a partir de los Planos “05-06 Diseño Vial Planimetría” y “17 Diseño Vial y Notas Generales”.

El cálculo del volumen de obra consiste en determinar el área total del proyecto aumentando 2 metros perimetralmente.

El área del proyecto se calcula dividiendo el volumen de cada elemento de la estructura de pavimento entre sus respectivos espesores, en el caso de las cunetas se debe dividir entre su área transversal y posteriormente multiplicar por su ancho general.

***Área de Pavimento [m<sup>2</sup>] = Volumen de Pavimento / Espesor de Pavimento***

***Área de Cunetas [m<sup>2</sup>] = Volumen de Cunetas / Área Transversal de Cuneta \* Ancho General de Cuneta***

***Área de Aceras [m<sup>2</sup>] = Volumen de Aceras / Espesor de Acera***

Una vez obtenida el área de la estructura de pavimento se procede a determinar un ancho promedio, el cual se calcula dividiendo el área total entre la longitud.

***Ancho Total Promedio [m] = (Área de Pavimento + Área de Cunetas + Área de Aceras) / Longitud de Pavimento***

Finalmente, el Área de Limpieza se determina multiplicando la longitud total por el ancho total promedio aumentando 2 metros a cada factor.

***Área de Limpieza [m<sup>2</sup>] = (Ancho Promedio + 2) \* (Longitud Total Pavimento + 2)***

### 6.2.2 Replanteo Topográfico

El equipo de trabajo consta de una Cuadrilla de Topografía con sus respectivos instrumentos (Teodolito o Estación Total, Nivel con Mira Estadimétrica, Etc.)

El proceso de Replanteo topográfico consiste en ubicar puntos (Comúnmente con Clavos de Arandela) referenciando la información contenida en los planos sobre el terreno. Posteriormente se emplean niveles para la terracería y base, los cuales se realizan con estacas de madera y por último el nivelado de asfalto, el cual se realiza por carriles utilizando pines metálicos.

Para realizar el Take-Off de esta actividad es necesario conocer la longitud total del proyecto. Esta información se obtiene a partir de los Planos “05-06 Diseño Vial Planimetría” y “17 Diseño Vial y Notas Generales”.

**Área de Replanteo [m<sup>2</sup>]** = (Área de Pavimento + Área de Cunetas + Área de Aceras)

Para determinar la cantidad de Clavos, Estacas y Pines, es necesario fijar la cantidad de puntos para el replanteo, ya que en base a estos se calcularán los materiales para topografía. Se considerarán 5 puntos (1 al centro y 2 a los extremos del rodamiento y 2 a los extremos de las cunetas) a cada 10 metros de la longitud total de pavimento y 3 por cada curva del diseño.

**Puntos para Replanteo [Und]** = Redondear (Longitud Total de Pavimento / 10 + 1, 0) \* 5 + Cantidad de Curvas \* 3

Se considerarán 2 replanteos con clavos: uno a nivel de terreno inicial y otro a nivel de terracería.

Se considerarán 2 replanteos con Estacas (Reutilizando solo 1): uno para el nivel de terraza y otro para el nivel de base terminada. Longitud de Estaca: 45 cm.

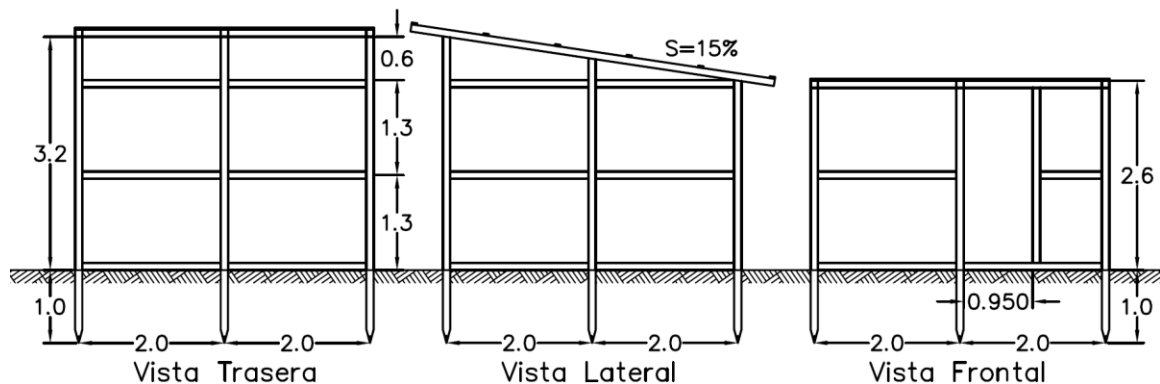
Se considera 1 replanteo con pines metálicos para el nivel de pavimento terminado (Reutilizando Pines por Tramo solo 1/5). Longitud de Pin: 35 cm.

Se consideran 4 Lienzas de 100 Metros y se considera 1 Pintura en Spray por cada 75 metros de Proyecto.

### 6.2.3 Construcciones Temporales

Según las especificaciones técnicas (Ver Apéndice A.4) se contempla la construcción de una champa de madera y cubierta de zinc de 16m<sup>2</sup> de área para uso de bodega u oficina. Se propone un diseño estándar para su construcción.

**Ilustración 48** Estructura de Champa: Varias Vistas.



**Fuente:** Elaboración Propia

- ✓ **Columnas Principales:** Se consideran 3 Columnas Traseras con una altura de 4.20m, 3 Columnas frontales con altura de 3.60m y dos columnas intermedias (una en cada lateral) con una altura promedio.
- ✓ **Columna Secundaria:** Se refiere a la columna adicional para el marco de puerta, la cual tendrá una altura de 2.60m. Se consideran 4 Clavos.
- ✓ **Vigas Principales:** La longitud de las vigas será igual al perímetro en planta de la estructura multiplicado por 3 (Viga Inferior, Intermedia y Superior). Se consideran 16 clavos por cada conjunto de vigas.
- ✓ **Vigas para Techo:** Se considera la pendiente y 1 metro (50cms en cada extremo) para voladizo. Se colocarán 3 en total. Se consideran 6 Clavos por Viga.
- ✓ **Clavadores:** Se ubicarán a cada 1.33 metros a lo largo de las vigas para techo. Se consideran 3 Clavos por Clavador.
- ✓ **Losa de Concreto:** Se considera un concreto pobre de 1500 PSI con espesor de 7.5cms para facilitar su posterior demolición.
- ✓ **Cubierta de Techo:** Se consideran láminas de Zinc Corrugado. Se consideran 15 Clavos de Zinc Entorchados por Lamina.

✓ **Cubierta de Muros:** Se consideran Tablas de Madera de 1"x12". Se consideran 3 clavos en cada columna por cada tabla.

**Tabla 53** Conexiones Eléctricas en Champa de Madera.

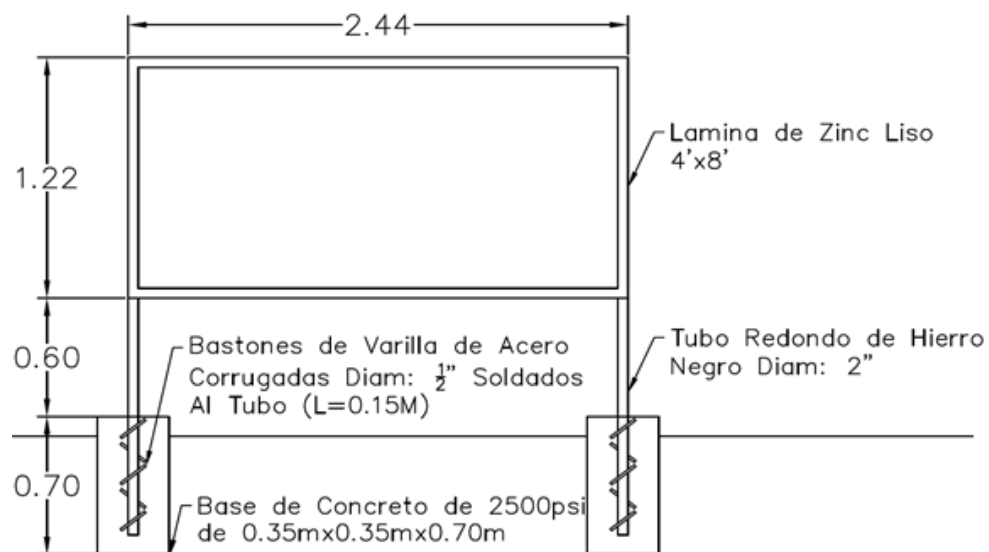
Descripción	Unidad	Total
Caja EMT UL 4" x 4"	Und	2.000
Caja EMT UL 2" x 4"	Und	2.000
Panel eléctrico 2 espacios	Und	1.000
Breaker 1 x 20	Und	2.000
Tubería conduit 1/2"	Und	8.000
Alambre thhn 12	ml	45.000
Alambre thhn 14	ml	25.000
Apagador sencillo polarizado eagle	Und	2.000
Tomacorriente doble polarizado eagle	Und	2.000
Varilla y conector polo a tierra 1/2" x 5 pies	Und	1.000
Cepos	Und	2.000
Bujías ahorrativas	Und	2.000

**Fuente:** Elaboración Propia

#### 6.2.4 Rotulo

Se considera la construcción de un rotulo. Se utiliza el diseño constructivo empleado por el Fondo de Inversión Social de Emergencia (Nuevo FISE).

**Ilustración 49** Detalles Constructivos de Rotulo Tipo FISE.



**Fuente:** Elaboración Propia

- ✓ **Concreto 2500 PSI:** Se determina el volumen de cada base de concreto y se procede a calcular sus componentes con la proporción 1:3:3.
- ✓ **Bastones de Varilla de Acero:** Se utilizarán 5 bastones por base de concreto como se muestra en la ilustración.
- ✓ **Tubo Redondo de Hierro:** Se consideran 2 tubos redondos de 2.42m
- ✓ **Lamina de Zinc Liso:** Se considera una lámina.
- ✓ **Tornillos Auto-perforantes:** se ubican a cada 0.25m en los extremos de la lámina fijándose a los tubos de hierro.
- ✓ **Soldadura:** La longitud de soldadura será igual a la longitud de los bastones de varilla y el cálculo de electrodos se realizará de acuerdo al *Apéndice D.10 “Método de Cálculo para el consumo de materiales en Soldadura”*.

#### 6.2.5 Remoción de Estructuras

Se considera la demolición de los elementos presentados en ***Tabla 3 Resumen de Demolición de Estructuras***, los cuales consisten en bordillos de piedra cantera existentes y también la disminución de niveles de 2 pozos de visita existentes y construcción de aros de concreto, según “17 Diseño Vial Detalles y Notas Generales”.

***Volumen Demolición de Cunetas [m³]*** = Longitud Total de Cunetas a Demoler \* Arrea Transversal de Cunetas

***Volumen Demolición de Aros de Concreto [m³]*** =  $\pi ( ) * \text{Diámetro Central de Aro Existente} * \text{Ancho de Aro} * \text{Espesor de Aro}$

***Volumen Demolición de Pared de Ladrillos [m³]*** =  $\pi ( ) * \text{Diámetro Central de Pared de Ladrillo} * (\text{Longitud de Demolición} - \text{Altura de Aro de Concreto}) * \text{Espesor de Muro}$

El cálculo de concreto, acero y formaleta para la restauración de aros será la misma metodología utilizada en ***5.3.1 Pozos de Visita de Mampostería***.

### 6.3 Movilización y Desmovilización

Se determina la distancia total de movilización de maquinaria y se determinan las cantidades para cada equipo.

Se consideran una distancia de 10kms desde la ubicación de los equipos hasta la locación del proyecto y una velocidad promedio de 50kms/hr para equipos rodantes<sup>32</sup>. El pago de acarreo de equipos se determina por distancia y el traslado de equipos rodantes se considera dentro del alquiler horario.

**Tabla 54** *Movilización y Desmovilización de Equipos.*

Descripción	Unidad	Total
Traslado de Cargador Frontal	KM	10.000
Traslado de Mini Cargador	KM	10.000
Traslado de Motoniveladora	KM	10.000
Traslado de Pavimentadora	KM	10.000
Traslado de Retro Excavadora	KM	10.000
Traslado de Tractor	KM	10.000
Traslado de Vibro Compactadora	KM	10.000
Traslado de Camión Volquete 1	HRS	0.400
Traslado de Camión Volquete 2	HRS	0.400

**Fuente:** *Elaboración Propia*

### 6.4 Movimiento de Tierra

#### 6.4.1 Cortes

Este valor se obtuvo en **6.1 Cálculo de Cantidades de Obra en Civil 3D** con el nombre “Movimiento de Tierra (Cut)”. Se consideran los cortes en Vía con Tractor.

#### 6.4.2 Conformación y Compactación

Sera igual al área total del proyecto, la cual se calculó previamente en **6.2.2 Replanteo Topográfico**. Se considera conformación con motoniveladora, compactación con Vibro Compactadora y riego con pipa de agua (4 gal/m<sup>2</sup>)

---

<sup>32</sup> Se refiere a equipos que pueden trasladarse sin necesidad de acarreo. Ej: Camiones.

#### **6.4.3 Botar Tierra Sobrante de Excavación**

El cálculo de material de desalojo se realiza aplicando una ecuación utilizando los valores de Abundamiento y Enjutamiento y los valores de corte y relleno totales. Se considera el uso de cargador frontal y camiones volquetes para su desalojo.

$$\text{Vol. Desalojo [m}^3\text{s]} = [\text{Vol. Excavación} - \text{Vol. Relleno} / (\text{Enjutamiento} * \text{Abundamiento})] * \text{Abundamiento}$$

#### **6.5 Base de Agregados Naturales**

Este valor se obtuvo en **6.1 Calculo de Cantidades de Obra en Civil 3D** con el nombre “Base de Agregados Naturales”.

El volumen obtenido se refiere a la cantidad total compactada, por lo que se debe considerar un abundamiento del 20% para determinar la cantidad total de material por comprar, por tanto, el 50% del volumen total equivale a Hormigón Rojo (Pista Suburbana) y el 50% restante a Material Selecto (Los Martínez).

Se considera tender los materiales con Cargador Frontal, Nivelarlos con Motoniveladora y Compactarlos con Vibro Compactadora y Pipa de Agua para alcanzar la humedad optima, la cual, según especificaciones técnicas, consiste en 40 galones por metro cubico de material.

El área para el cálculo de maquinaria se obtiene dividiendo el espesor de base del volumen total de la base, o bien, será igual al área de pavimento.

#### **6.6 Pavimento de Concreto Asfaltico**

El valor del Volumen se obtuvo en **6.1 Calculo de Cantidades de Obra en Civil 3D** con el nombre “Pavimento Asfaltico” y el valor del área será igual al volumen total del pavimento entre su espesor.

Se considera el riego de liga, tender el pavimento con la pavimentadora y compactarlo con la Vibro Compactadora.

## 6.7 Cunetas Andenes y Bordillos

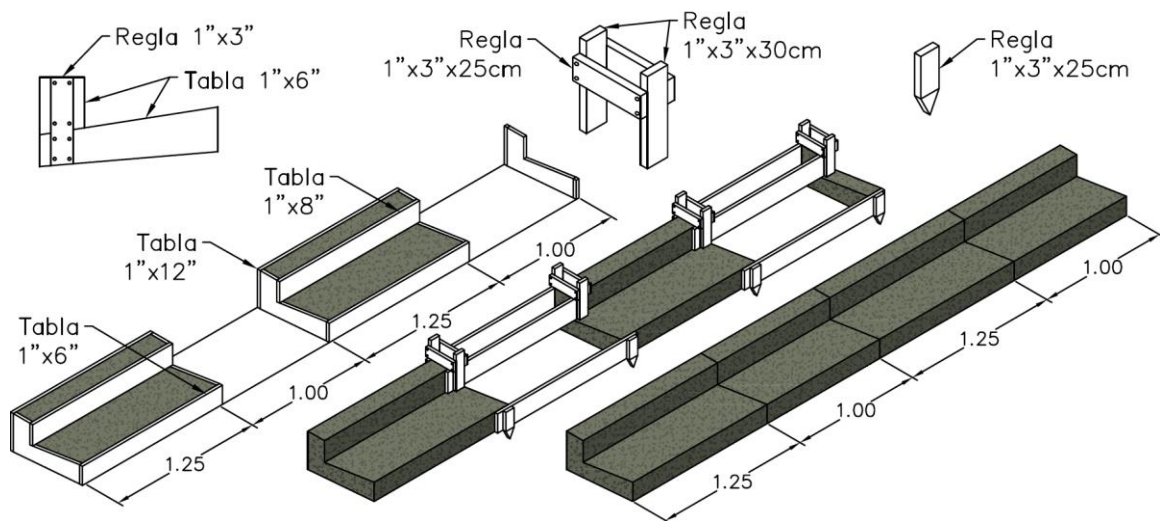
### 6.7.1 Cunetas de Caite de Concreto

Este valor se obtuvo en **6.1 Cálculo de Cantidades de Obra en Civil 3D** con el nombre “Cunetas y Bordillo”.

Debido al tipo de formaleta que se debe aplicar, la mezcla de concreto para cunetas se hará in situ con mezcladora de un saco aplicando la proporción correspondiente a la resistencia solicitada en planos.

Debido a la forma irregular que presentan, el proceso de formaleteado se realizara por tramos intercalados como se muestra en la siguiente ilustración.

**Ilustración 50** Formaleta para Cunetas.



**Fuente:** Elaboración Propia

El proceso de instalación y llenado consta de encofrar primeramente los elementos más largos (1.25m) dejando espacios de 1 metro entre cada uno. Se colocan 2 moldes principales, uno en cada extremo, compuestos por tablas 1"x6" y regla 1"x3" y sobre estos se ubican las tablas longitudinales (1"x12", 8" y 6").

Una vez llenados y secados los elementos largos (1.25m) se procede a remover la formaleta y reutilizar las tablas para el llenado de los elementos intermedios. Debido a que los elementos intermedios son menos largos que las tablas habrá una longitud sobrante, la cual permitirá que los elementos de madera puedan



apoyarse en las cunetas terminadas. Se construirán ganchos y estacas con reglas 1"x3" para ser utilizados como elementos de fijación.

Se procede a determinar los materiales necesarios para el encofrado de un elemento largo y un elemento intermedio, obteniendo así los componentes de formaleta para cada 2.25 metros de cuneta.

**Tabla 55** Cantidad de Materiales de Formaleta por cada 2.25 m.

Descripción	Molde en Laterales	Elementos Long.	Ganchos	Estacas	Total
Tabla 1"x12" [m]	-	1.25	-	-	<b>1.25</b>
Tabla 1"x8" [m]	-	1.25	-	-	<b>1.25</b>
Tabla 1"x6" [m]	1.64	1.25	-	-	<b>2.89</b>
Regla 1"x3" [m]	0.60	-	2.20	0.50	<b>3.30</b>
Clavos 2½" [Und]	16.00	12.00	16.00	-	<b>44.00</b>

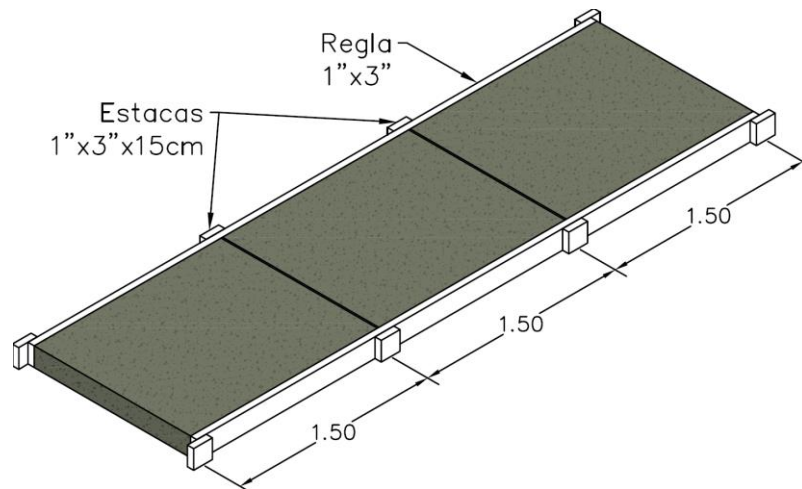
**Fuente:** Elaboración Propia

Para determinar los materiales totales, primeramente, se determina la longitud total de cunetas, la cual se obtiene dividiendo el volumen total entre la sección transversal del elemento. Obtenida la longitud, se procede a dividir entre 2.25 metros, que es la distancia equivalente a encofrado de un elemento largo y un intermedio. Posteriormente, el valor obtenido se dividirá entre 3, que representa la cantidad de usos de la formaleta, es decir, cuantas veces podrá ser reutilizado un mismo molde. Por último, se procede a multiplicar este valor por la cantidad unitaria de cada componente de formaleta para obtener así el valor total.

### 6.7.2 Andenes De Concreto

Este valor se obtuvo en **6.1 Cálculo de Cantidades de Obra en Civil 3D** con el nombre "Aceras". La mezcla de concreto para cunetas se hará in situ con mezcladora de un saco aplicando la proporción correspondiente a la resistencia solicitada en planos. Se considera una cama de arena de espesor de 3cms con la misma área que los andenes.

**Ilustración 51** Formaleta para Andenes.



**Fuente:** *Elaboración Propia*

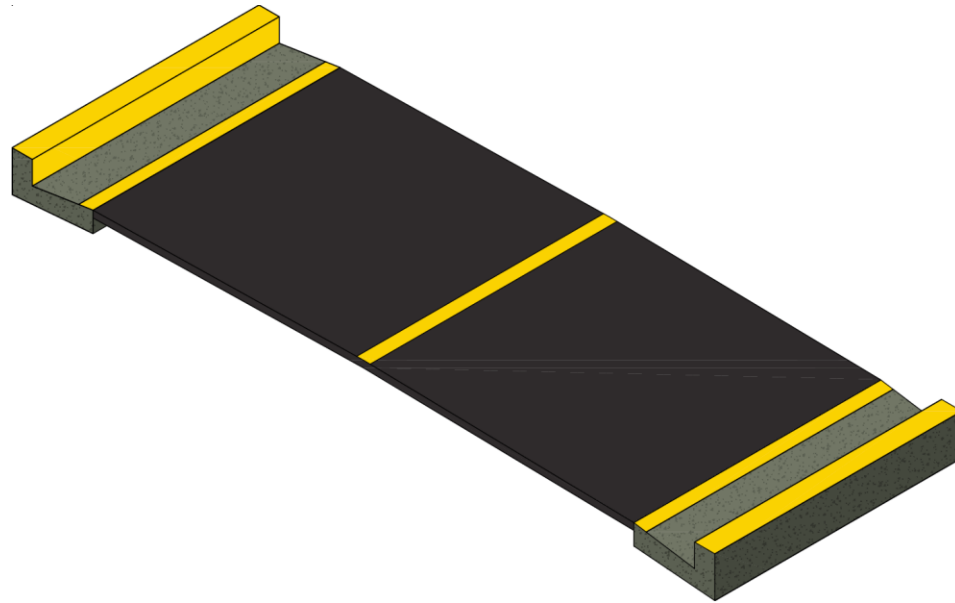
La formaleta consiste en colocar reglas de 3" en ambos extremos del Anden, fijándolo a cada 1.50m con estacas. La separación de 1 centímetro se obtiene con un rayador para juntas, este se pasa sobre la superficie aun fresca.

El procedimiento será el mismo utilizado en **6.7.1 Cunetas de Caite de Concreto**. Los materiales para cada 1.50 metros de anden serán 2 reglas de 1.50 (una en cada extremo) y 2 estacas de 20cms. Se consideran 6 Usos de formaleta.

## **6.8 Señalización Horizontal**

Según especificaciones técnicas, el proyecto contempla dos actividades: Pintura de Línea Continua al centro del rodamiento y pintura para cunetas y bordillo, por ende, es necesario determinar la longitud total del rodamiento y del bordillo para poder calcular el consumo de pintura. El espesor de línea continua es 100mm y se considera un rendimiento de pintura de 4 m<sup>2</sup>/lt.

**Ilustración 52** Señalización Horizontal.



**Fuente:** Elaboración Propia

**Área de Pintura Pavimento [ $m^2$ ]** = Longitud Total de Pavimento \* Espesor de Línea Continua

**Área de Pintura Cuneta y Bordillo [ $m^2$ ]** = Longitud Total de Cunetas \* (Espesor de Bordillo + Altura de Bordillo + Espesor de Línea Continua)

**Pintura Amarilla Tipo Trafico [lts]** = (Área de Pintura de Pavimento + Área de Pintura de Cuneta y Bordillo) / Rendimiento de Pintura

## 6.9 Limpieza Final Y Entrega

El equipo de trabajo consta de una Cuadrilla de Obreros y Maquinaria (Mini-Cargador, Volquete). El proceso y calculo será el mismo empleado en **6.2.1 Limpieza Inicial**.

## 6.10 Consolidación de Resultados DV

**Tabla 56** Consolidación de Resultados: Alcances de Obra, para el Diseño Vial.

Etapa	Descripción	U/M	Total
<b>005</b>	<b>Preliminares</b>		
<b>005.01</b>	<b>Limpieza Inicial</b>	<b>M2</b>	<b>9,824.639</b>
005.01-01	Limpieza Inicial Con Equipo	M2	9,824.639
<b>005.02</b>	<b>Replanteo Topográfico</b>	<b>M2</b>	<b>7,859.218</b>

<b>Etapas</b>	<b>Descripción</b>	<b>U/M</b>	<b>Total</b>
005.02-01	Replanteo Topográfico En Calles	M2	7,859.218
<b>005.05</b>	<b>Construcciones Temporales</b>	<b>M2</b>	<b>16.000</b>
005.05-01	Champa de Madera (Incluye Piso + Techo de Lámina de Zinc) para Oficina Galerón Cerrado	M2	16.000
<b>005.06</b>	<b>Rotulo</b>	<b>C/U</b>	<b>1.000</b>
005.06-01	Rotulo Tipo FISE de 1.22m x 2.44m (Estructura Metálica & Zinc Liso) con Base de Concreto Ref.	C/U	1.000
<b>005.07</b>	<b>Remoción de Estructuras</b>	<b>GLB</b>	<b>1.000</b>
005.07-01	Demolición Manual de Cuneta de Concreto	ML	63.233
005.07-02	Bajar Nivel de Pozo de Visita	C/U	2.000
<b>015</b>	<b>Movilización Y Desmovilización</b>		
<b>015.01</b>	<b>Movilización Y Desmovilización</b>	<b>GLB</b>	<b>1.000</b>
015.01-01	Movilización Y Desm. De Equipo Para Movimiento De Tierras (Un Módulo)	KM	10.000
<b>020</b>	<b>Movimiento De Tierra</b>		
<b>020.01</b>	<b>Cortes</b>	<b>M3</b>	<b>3,435.470</b>
020.01-01	Excavación En La Vía Con Tractor	M3	3,435.470
<b>020.05</b>	<b>Conformación Y Compactación</b>	<b>M2</b>	<b>7,859.218</b>
020.05-01	Nivelación Y Conformación Con Motoniveladora Y Compactada Con Vibro Compactadora	M2	7,859.218
<b>020.09</b>	<b>Botar Tierra Sobrante De Excavación</b>	<b>M3</b>	<b>4,416.165</b>
020.09-01	Desalojo De Tierra De Excavación A 8 Km	M3	4,416.165
<b>030</b>	<b>Bases Y Subbases</b>		
<b>030.01</b>	<b>Base De Agregados Naturales</b>	<b>M3</b>	<b>1,803.590</b>
030.01-01	Base De Agregados Naturales 50% Hormigón Y 50% Material Selecto (Mat. Comprados)	M3	1,803.590
<b>035</b>	<b>Carpeta De Rodamiento</b>		
<b>035.05</b>	<b>Pavimento De Concreto Asfáltico</b>	<b>M2</b>	<b>5,153.000</b>
035.05-01	Pav. De Conc. Asfáltico En Caliente, Esp. De 5cm (Inc. Imprimación Y Riego De Liga)	M2	5,153.000
035.05-02	Control De Calidad De Las Obras (Asfalto-Base)	GLB	1.000
<b>045</b>	<b>Cunetas, Andenes y Bordillos</b>		
<b>045.01</b>	<b>Cunetas de Caite de Concreto</b>	<b>ML</b>	<b>1,803.452</b>
045.01-01	Cuneta de Caite de Concreto de 3000 PSI Ancho=0.60m Alto1=0.15m Alto2=0.30m	ML	1,803.452
<b>045.09</b>	<b>Andenes de Concreto</b>	<b>M2</b>	<b>1,624.147</b>
045.09-01	Andenes de Concreto 3500 PSI. Ancho=1.25m Largo=1.50m Esp=3" (Inc. Cama Arena)	M2	1,624.147
<b>060</b>	<b>Señalización Horizontal Y Vertical</b>		
<b>060.01</b>	<b>Señalización Horizontal</b>	<b>ML</b>	<b>2,776.082</b>
060.01-01	Pintura De Línea Continua 10 Cm Tipo Trafico	ML	972.630
060.01-02	Pintura En Cunetas Y Bordillos (Tipo Trafico)	ML	1,803.452
<b>070</b>	<b>Limpieza Final Y Entrega</b>		
<b>070.01</b>	<b>Limpieza Final</b>	<b>M2</b>	<b>9,824.639</b>
070.01-01	Limpieza Final (Con Camión Volquete)	M2	9,824.639

**Fuente:** Elaboración Propia

## 6.11 Listado de Materiales, Mano de Obra y Equipo DV

**Tabla 57** Listado de Materiales, Mano de Obra y Equipos para el Diseño Vial.

Descripción	U/M	Total
<b>Topografía</b>		
Replanteo Topográfico de Vía, Cunetas y Andenes	M2	7,859.218
<b>Materiales</b>		
Agua Potable	GLN	120,414.709
Alambre de Amarre #18	QQ	0.007
Alambre thhn 12	ML	45.000
Alambre thhn 14	ML	23.000
Apagador sencillo polarizado eagle	UND	2.000
Arena Fina (Tamiz #4)	M3	261.612
Bisagras de 3.5" x 3.5"	UND	2.000
Breaker 1 x 20<	UND	2.000
Bujías ahorrativas	UND	2.000
Caja EMT UL 2" x 4"	UND	2.000
Caja EMT UL 4" x 4"	UND	2.000
Cemento Portland Tipo I (45.5 Kg)	UND	3,134.627
Cepos	UND	2.000
Clavo Corriente 2½"	LBS	199.200
Clavos de Acero con Arandelas 2½"	LBS	24.867
Clavos de Zinc Entorchados	LBS	2.681
Compra de Emulsión Asfáltica de Rompimiento Rápido	LTS	5,668.300
Compra de Pavimento de Concreto Asfáltico en Caliente	M3	257.650
Cuartones 2"x2"x5vrs	UND	75.531
Cuartones 2"x4"x5vrs	UND	29.216
Cubeta de Pintura 19lts Tipo Trafico Color Amarillo	UND	12.933
Electrodos 6012 1/8" x 14"	LBS	0.368
Grava (Piedra Triturada) Media Pulgada	M3	249.561
Hormigón Rojo (Pista Suburbana)	M3	1,082.154
Impresión Digital en Lámina Metálica 4'x8' (Inc. Materiales)	C/U	1.000
Lamina de Zinc Corrugado Cal 28 3'X12'	UND	11.000
Lamina de Zinc Liso 4'x8'	UND	1.426
Material Selecto (Los Martínez)	M3	1,082.154
Panel eléctrico 2 espacios	UND	1.000
Pintura en Spray	UND	16.000
Pruebas de Calidad para Asfalto, Base y Rellenos	GLB	1.000
Regla 1"x3"x5vrs	UND	403.193
Rollo de Lienza 100 metros	UND	4.800
Tabla 1"x12"x5vrs	UND	142.565
Tabla 1"x6"x5vrs	UND	222.350
Tabla 1"x8"x5vrs	UND	96.172
Tomacorriente doble polarizado eagle	UND	2.000
Tornillos Auto perforantes 6 x 3/8	LBS	0.289

Descripción	U/M	Total
Tubería conduit 1/2"	UND	8.000
Tubo Redondo de Hierro Negro Diam: 2"	UND	0.823
Varilla Corrugada #3	UND	2.114
Varilla Corrugada #4	UND	7.042
Varilla Lisa #2	UND	2.035
Varilla y conector polo a tierra 1/2" x 5 pies	UND	1.000
<b>Mano de Obra</b>		
Alistar, armar y colocar acero en Vigas menor al #4	QQ	0.232
Aplicar Pintura de Tráfico	M2	854.713
Colocar champa cerrada	M2	16.000
Concreto de 3000 PSI con mezcladora de un saco	M3	0.679
Conformar Terrenos con Motoniveladora (Ayudantes)	M2	13,012.218
Demoler paredes de ladrillo de barro apartando la broza	M2	5.636
Demoler pisos de concreto hasta 10 cm de espesor	M3	1.200
Demoler Viga asísmica de 21 x 21 cm hasta 50 x 50 cm	ML	5.027
Demolición de cunetas de concreto	ML	63.233
Desalojo de Escombros en Carretillas a 50mts	M3	4.244
Desalojo de Material a Plantel Provisional a 8 KM	M3	4,416.165
Excavación en Vías con Tractor (Ayudantes)	M3	3,435.470
Fundir andenes de 6.5 a 10 cm de espesor con concreto	M2	1,624.147
Fundir Vigas hasta 0.30 x 0.30	ML	2.827
Hacer champa cerrada	M2	16.000
Hacer colchón de arena de 3 a 5 cm de espesor	M2	1,624.147
Hacer concreto a mano y verterlo en el molde de la cuneta	ML	1,803.452
Hacer Estacas de Madera	UND	574.000
Hacer molde en losas, vigas aéreas y dinteles	M2	99.008
Hacer molde en vigas y columnas estructurales y de amarre	M2	1,190.999
Hacer Pines de Acero	UND	574.000
Hacer rotulo de estructura metálica tipo FISE 4'x8'	C/U	1.000
Hacer y colocar bases de concreto	M3	0.172
Hacer y colocar cascote de mortero y/o concreto pobre	M3	1.200
Hacer, Colocar y Desencofrar molde en losas y vigas	M2	4.167
Imprimación de Carpeta Asfáltica (Ayudantes)	M2	5,153.000
Limpieza Final de Estructuras de Pavimento Terminado	M2	9,824.639
Limpieza Inicial de Terreno Existente p/ Const. Pavimentos	M2	9,824.639
Quitar champa cerrada	M2	16.000
Realizar Instalaciones Eléctricas en Champa	M2	16.000
Soldadura con Electrodo E6012 t=1/8"	ML	1.500
<b>Equipos</b>		
Compactación de Carpeta Asfáltica con Equipo	M2	5,153.000
Compactar Terrenos con Vibro Compactadora	M2	13,012.218
Conformar Terrenos con Motoniveladora	M2	13,012.218
Desalojo de Material a Plantel Provisional a 8 KM	M3	4,416.165
Excavación en Vías con Tractor	M3	3,435.470

Descripción	U/M	Total
Imprimación de Carpeta Asfáltica	M2	5,153.000
Limpieza Final de Estructuras de Pavimento Terminado	M2	9,824.639
Limpieza Inicial de Terreno Existente p/ Const. Pavimentos	M2	9,824.639
Riego de Liga con Emulsión Asfáltica	M2	5,153.000
Riego de Terreno para Compactación con Pipa 10,000 lts	UND	39.209
Soldador Generador de 1000 Watts (Alquiler)	ML	1.950
Tender y Mezclar Materiales con Cargador Frontal	M3	2,164.308
Traslado de Camión Volquete 1	HRS	0.400
Traslado de Camión Volquete 2	HRS	0.400
Traslado de Cargador Frontal	KM	10.000
Traslado de Mini Cargador	KM	10.000
Traslado de Motoniveladora	KM	10.000
Traslado de Pavimentadora	KM	10.000
Traslado de Retro Excavadora	KM	10.000
Traslado de Tractor	KM	10.000
Traslado de Vibro Compactadora	KM	10.000

**Fuente:** Elaboración Propia

## **Conclusiones**

El proyecto seleccionado para la realización del manual permitió abordar variedad de tareas que servirán como referente para la elaboración de futuros trabajos similares, permitiendo al lector conocer más a fondo los procesos de cálculo que conlleva la cubicación de obras y materiales de un proyecto horizontal.

La implementación del programa “Civil 3D” para el Take Off del Diseño Vial reafirmó que el uso de software especializado agiliza la obtención de información clave para la determinación de materiales y volúmenes de obra, facilitando procesos que conllevarían mayor esfuerzo de forma manual.

Se demostró el soporte y facilidad de trabajo que brindan las Hojas de Cálculo y Tablas Dinámicas durante la elaboración de un Take Off, haciendo énfasis en la automatización de procesos.

Se determinaron los alcances, materiales y actividades totales por realizar de acuerdo a los planos para la elaboración del proyecto.

Se creó un material bibliográfico y un sistema de hojas de cálculo que serán de gran utilidad para los futuros profesionales del campo de la ingeniería civil.



## Recomendaciones

- I. Estudiar a fondo la documentación facilitada por el dueño o diseñador del proyecto y consultar hasta el más mínimo detalle previo a iniciar un Take Off, evitando cualquier atraso durante el proceso de cálculo.
- II. Siempre realizar una visita de campo en la zona donde se llevará a cabo un proyecto una vez revisada la documentación, ya que esto permitirá analizar los inconvenientes que puedan surgir durante su ejecución y tomar mejores decisiones durante la elaboración de cálculos.
- III. Mantener un orden durante la elaboración del Take Off, utilizando el listado de etapas y sub etapas como principal referencia, evitando realizar cálculos incompletos que puedan presentar serios problemas en los procesos de costo y ejecución.
- IV. Utilizar este manual y las hojas de cálculo contenidas como referente bibliográfico para la elaboración de futuros Take Off, incentivando el hábito de autoestudio y actualización continua para los nuevos procesos constructivos y elementos estructurales que surjan en el futuro en el campo de la ingeniería civil.

## **Bibliografía**

### **A. Manuales y Textos**

- ✓ Beltrán Razura, A. (2012). *Libro de Texto: Costos y Presupuestos*. Tepic: Instituto Tecnológico de Tepic.
- ✓ Blanco Ruiz, J. M. (2001). *Aplicaciones de Excel en Costos y Presupuestos*. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú.
- ✓ Comisión Nacional del Agua. (2007). *Manual de Alcantarillado Pluvial*. México DF: Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- ✓ Departamento de Inversiones y Servicios Municipales. (2005). *Manual de Presupuesto de Obras Municipales*. Managua: INIFOM.
- ✓ Dirección de Proyectos. (2017). *Guía de Costos*. Managua: Fondo de Inversión Social de Emergencia.
- ✓ Navarro Hudiel, S. (2010). *Calculo de Volúmenes para Movimiento de Tierra*. Estelí: Universidad Nacional de Ingeniería.
- ✓ Tacué, J. (2017). *Diseño Vial AutoCAD Civil 3D*. Cauca: Universidad del Cauca.

### **B. Investigaciones Monográficas**

- ✓ Aguilar Navas, M., & Pérez Rodríguez, R. (2014). *Diseño Estructural de Pavimento Flexible y Análisis de Costo “Inta Proinco - Km 17.3 Intersección Carretera a Masaya”*. Managua: Universidad Nacional de Ingeniería.
- ✓ Chaves Gutierrez, H. (2007). *Estimación de costos para la construcción de un gimnasio multiuso por etapas*. Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- ✓ Rosales Hernández, V. (2011). *Presupuesto del Proyecto Residencia del Sr. Hiparco Loaisiga*. Managua: Universidad Nacional de Ingeniería.

### **C. Seminarios Digitales**

- ✓ acaddemia. (2015). *AutoCAD Civil 3D 2015 Calculando y analizando cantidades de materiales en un corredor vial* [Webcast]. Medellín: <https://youtu.be/WYRncYtdYuM>

## **APÉNDICES**

### **APÉNDICE A. DOCUMENTACIÓN DE LA OBRA**

#### **Apéndice A-1. Juego de Planos del Diseño Hidráulico**

<b>N° Plano</b>	<b>Titulo</b>
01	Caratula
02-03	Plano Topográfico
04	Planta de Conjunto Diseño Hidráulico
05-06	Planta de Diseño Hidráulico
07-08	Diseño Hidráulico en Perfiles
09	Planta, Secciones de Tragante Transversal de Parrilla y Notas Tec.
10-11	Detalles de Caja Tragante Triple
12	Detalle Típico de Pozo
13	Detalles Estructurales de PVP
14	Planta Ampliada de Rampas y Detalles

## **Apéndice A-2. Especificaciones Técnicas del Diseño Hidráulico**

### **1.0 ALCANCES GENERALES**

En los alcances del proyecto se considera la ejecución del movimiento de tierra y la construcción de las obras.

Incluye las demoliciones y remociones necesarias a realizar, para limpiar de obstáculos los sitios donde se ha proyectado la construcción de estas obras.

### **2.0 DEMOLICIONES Y REMOCIONES**

- Comprende las demoliciones y remociones que se realizarán para despejar el área de las construcciones proyectadas.
- Los alcances de las obras a demoler se establecerán en el formato de ofertas.
- Considerar un radio de 8.00 km. de acarreo para botar los desechos del proyecto.
- El Contratista debe contar con el equipo adecuado para efectuar tales demoliciones. Estas actividades deben programarse y ejecutarse de manera que no se afecte el plazo estipulado para la obra.

Se demolerá un tragante transversal con parrilla y contiene dos descargas, este será demolido y evacuado, las varillas extraídas serán llevadas donde el ingeniero supervisor lo indique, y los escombros serán evacuados fuera del área de proyecto y descargados donde lo autorice el supervisor

Demolición de tubería pluvial existente.

De manera general se indica que se harán remociones de postes telefónicos, cajas de registro, medidores, etc., tuberías pluviales.

### **3.0 TRAZO Y NIVELACION**

- El Contratista deberá contratar una cuadrilla de topografía con la experiencia requerida, que tenga los equipos en buen estado, para que ubique los niveles de corte para el cajón de la base, las medidas del plano en el terreno de todas las obras objeto del contrato.

- Al ubicar con precisión estos niveles para los cortes del cajón de la base, deberá colocar puntos de referencia que serán verificados por el supervisor, para revisión de los niveles y construcción de la base para la carpeta de concreto hidráulico y demás obras, el contratista deberá reflejar en bitácora el mismo día los corte que se realice para su verificación correspondiente. Este requisito es indispensable para el reconocimiento ante cualquier aumento o disminución en los volúmenes contratados.
- Las niveletas colocadas permanecerán en su lugar, hasta levantar la altura de la obra y solo con la aprobación del Supervisor estas serán removidas. Si los niveles y alineación son destruidas ó removidas, EL CONTRATISTA deberá localizar los niveles por cuenta propia.
- Cualquier discrepancia con los puntos que define el trazo y el nivel de las obras horizontales, será inmediatamente rectificada entre la supervisión y el contratista, cualquier modificación será anotada en bitácora, se hará una anotación en la copia del plano y será entregado cuando finalice el proyecto.

#### **4.0 OBRAS DE DRENAJE**

##### **Excavación Para Todas Las Estructuras**

- Si por facilidad constructiva se realizan excavaciones mayores que lo establecido, el Contratante no hará ningún reconocimiento monetario por esta excavación.
- Avisará al Ingeniero Supervisor con suficiente anticipación del comienzo de cualquier excavación. El terreno natural contiguo a la estructura no deberá ser alterado sin permiso del Supervisor. Las excavaciones para cimentar las estructuras se realizarán hasta los límites y elevaciones mostradas en los planos, o según fuesen replanteados por el Supervisor. Estas, deberán ser de suficiente tamaño para permitir la construcción de las estructuras o de los cimientos en los anchos y longitudes especificados.
- El Contratista debe informar al Ingeniero Supervisor cada vez que termine una excavación, y ningún cimiento, ni material de relleno deberá ser colocada,

hasta que se haya aprobado la profundidad de la excavación y la clase del material de cimentación.

- Iniciada la excavación, el Contratista tendrá el cuidado de regar al menos una vez por día alrededor de los sitios donde se acopie el material de excavación, para controlar problemas de polvaredas causados por tierras sueltas.
- Se deberá tener cuidado de conformar el fondo donde se cimentarán las estructuras, pues estos deberán presentar la alineación, niveles, pendientes, y dimensiones indicados en los planos.

### **Utilización De Los Materiales Excavados.**

- Todo el material excavado, siempre que sea adecuado, deberá ser utilizado como relleno sobre las tuberías instaladas si el Supervisor la acepta.
- El material excedente, aun cuando provisionalmente fuese permitido que quede dentro del área del proyecto, finalmente se deberá retirar de forma que no obstruya ni perjudique en modo alguno el funcionamiento de las estructuras construidas.

### **Construcción De Pozo De Visita Pluvial, Instalación De Tuberías Pluviales**

Todas las tuberías pluviales a instalarse serán de concreto reforzado incluyendo las tuberías que conectan los tragantes con los pozos de visitas pluviales.

Los costos de oferta para la instalación de las tuberías de concreto reforzado incluirán el trazado, excavación, relleno de cama, colocación de tubos, relleno lateral y sobre el tubo, traslado y botado de material sobrante, pruebas de compactación, pruebas de existencia de acero en tubos y todas las actividades hasta la verificación de su funcionamiento. Los alcances serán expresados en metros lineales, separando los diferentes diámetros. También incluye las demoliciones de las paredes de los pozos de visita y sus respectivos sellos.

Las tuberías no deberán instalarse hasta que la rasante de los tubos que llegan al pozo de visita sea verificada.

Se hace especial énfasis en la necesidad de que el Contratista detalle con sumo cuidado en los planos, cualquier cambio en la alineación de las tuberías, así como todo cambio que se realice en la construcción de pozos de visitas. Los ajustes que se presenten en el campo deberán quedar detallado en los planos de cómo fue construido el proyecto, como parte de los compromisos contractuales del Contratista.

## **Excavación E Instalación De Tuberías.**

### **Excavación**

- Las zanjas deberán excavar hasta un ancho que no exceda el diámetro nominal de la tubería más 90 centímetros, con el objeto de permitir la construcción adecuada de las juntas, la compactación del lecho y del material de relleno, debajo y alrededor de la tubería.
- Si en el proceso de excavación se encuentran infraestructuras de ENEL, CLARO, ENACAL, etc. se tendrá especial cuidado para no dañarlo y se le dará la protección adecuada. Toda la infraestructura domiciliar de agua potable que sea afectada será restaurada inmediatamente. De igual manera se tendrá cuidado para no afectar las estructuras de aguas negras que puedan encontrarse en el sitio.
- En caso de encontrarse suelos inestables, el Contratista usará por su propia cuenta y costo, el apuntalamiento y ademado necesario para evitar cualquier tipo de derrumbe y/o daños a personas o a la propiedad.

### **Colocación de tuberías.**

- La tubería principal de aguas pluviales será ubicada a como se indica en los planos constructivos.
- La tubería a instalar será de concreto reforzado, del tipo de campana y espiga, que cumplan con los requisitos de calidad establecidos.
- Las tuberías de concreto reforzado a instalarse, tendrán un tiempo mínimo de fabricación de 28 días.

- Antes de bajar la tubería a la zanja deberá limpiarse y ser revisada por El Supervisor.
- La instalación de la tubería deberá iniciarse por el extremo "aguas abajo" de la misma. El segmento inferior de la tubería deberá estar en contacto con el lecho conformado en toda su longitud. Las campanas se colocarán hacia la dirección aguas arriba.
- Las juntas en tuberías de concreto deberán remojarse bien antes de aplicarse el mortero.
- Las juntas deberán hacerse en el exterior e interior del tubo, a lo largo de todo su perímetro.
- Las juntas de los tubos de concreto se construirán con la cantidad adecuada de mortero en proporción 1:3, para que se forme un reborde continuo en el perímetro exterior de la tubería, y se garantice un acabado liso en el interior.
- Para verificar el alineamiento de los tubos, se usará una linterna en presencia del Supervisor, o cualquier sistema que él considere conveniente y sea razonable para comprobar dicho alineamiento.

### **Construcción de pozos de visitas pluviales**

- Los pozos de visita deberán construirse hasta que las tuberías y estructuras que pasen por la intersección de las calles y avenidas hayan sido descubiertas por El Contratista y hasta que la rasante de los tubos que llegan a los pozos de visita esté definida.
- Cuando el pozo de visita esté situado en áreas a pavimentar, el pozo de visita se construirá a su rasante final conforme la altura indicada en el diseño vial, verificando que no quedara por debajo o sobresaliendo de la carpeta de rodamiento proyectada.
- Los ladrillos serán saturados 4 horas antes de su colocación, y al momento de colocarse, sus superficies deberán estar libres de agua adherida. Los ladrillos se colocarán en hiladas horizontales, presionándolos firmemente sobre un lecho de mortero que cubra completamente la superficie de la hilera



inferior. Las unidades se colocarán a plomo y con las juntas horizontales a nivel.

- En la entrada y salida de tuberías se conformarán medias cañas, de acuerdo al diámetro del tubo, con acabado pulido.
- Ningún tubo se proyectará más de cinco centímetros dentro de un pozo de visita, y en ningún caso la campana del tubo se construirá dentro de la pared del pozo.
- Las paredes interiores y el fondo del pozo serán repellados con mortero en proporción de una parte de cemento y tres de arena, con un espesor de repello mínimo de un centímetro, terminado con pulido fino de cemento.

### **Tapas plásticas polietileno para manjoles.**

Si se presentan alternativas con especificaciones iguales o mejores que los indicados, y se mantienen los costos ofertados, el Contratante podrá aceptar la propuesta del Contratista, siempre que se optimicen los plazos de ejecución y no se ponga en riesgo la calidad de la obra.

- Resistencia al peso: 16,500 kilogramos
- Hechas de Polietileno de Media Densidad.
- Material NO Reciclable.
- Resistencia a carga puntual de 21 Toneladas.
- Articulada con una bisagra metálica en un costado.
- Ventiladas con orificios 1" de diámetro en la tapa.

### **Construcción de tragantes triples de gaveta**

- Igual que el resto de estructuras su costo incluirá el trazado, excavación, conformación, relleno y compactación, construcción, etc.
- Se construirán en los lugares que se indican en los planos, y su reubicación solo se permitirá y aceptara si la infraestructura bajo el subsuelo estorbase su construcción.

- El cuerpo de los tragantes de gaveta, será de bloques de concreto de 6" y la parte interior será repellada con mortero en proporción de una parte de cemento y tres partes de arena. El espesor del repello será de un centímetro, en acabado fino.
- El fondo del terreno donde serán construidos los tragantes y las cajas tragantes se compactarán a un peso volumétrico seco no menor del 90% del peso máximo obtenido.

## **5.0 CONCRETO**

Cuando no este indicado el concreto a utilizar tendrá resistencia de 3000 PSI a los 28 días.

Sección 602.02 (Nic-80).

- El cemento deberá ser portland I, norma ASTM C-150.
- El cemento no deberá almacenarse por un tiempo mayor de 2 meses, estibados en un máximo de 10 sacos.

## **6.0 FORMALETAS**

De acuerdo con el Nic-2000, el Contratista preparará todo para las formaletas que deberán satisfacer los siguientes requisitos:

Las formaletas tendrán que ser rígidas para evitar la distorsión a causa de la presión del concreto y otras cargas eventuales que pueden surgir durante las operaciones constructivas, incluyendo la vibración.

Las formaletas se colocarán y conservarán de tal manera que no se abran las juntas en las partes formadas de madera.

Antes del colado del concreto en el molde, los recubrimientos y espaciamientos del acero del refuerzo serán los mismos que aparecen en planos.

El molde debe ser tal que no se disminuya longitudes en el acero del refuerzo ni cambien dimensiones del elemento ya colado.

En general la remoción de las cimbras y soportes de los encofrados, se hará hasta que el concreto alcance un tercio de su resistencia final.

Durante la actividad de descimbrado o desencofre se cuidará de no dar golpes ni hacer esfuerzos que puedan perjudicar al concreto.

Tanto las formaleas metálicas como las de madera, usadas en la construcción serán lisas y sin protuberancias. En caso de ser madera debe ser sin rajadura, para no desperdiciar concreto al momento de la colada.

## **8.0 ACERO DE REFUERZO**

- Todas las varillas deben estar limpias y libres de escamas, trazas de oxidación avanzadas, de grasa y de otras impurezas o imperfecciones que afectan su resistencia, sus propiedades físicas o su adherencia al concreto.
- El refuerzo debe colocarse con precisión, contar con los soportes necesarios antes de colar el concreto y estar asegurados contra desplazamientos dentro de las tolerancias permisibles.
- Los recubrimientos especificados entre las varillas y el encofrado, se asegurarán por medio de separador, escantillones o de cubos de concreto, según lo indique El Supervisor.
- Donde sea necesario hacer empalmes, estos deben hacerse de acuerdo y en los sitios indicados en los planos. Salvo indicación en los planos el concreto debe envolver convenientemente el empalme de las barras para transmitir los esfuerzos por adherencia.
- Los dobleces de las armaduras, salvo indicaciones en los planos se harán con un radio superior a 3 veces su diámetro. Las barras se doblarán en frío ajustándose a los planos y especificaciones del proyecto sin errores mayores de 1 cm. Las barras de refuerzo pueden empalmarse mediante traslapes por medio de soldaduras o dispositivos mecánicos de unión.
- Los traslapes de las varillas individuales no deben coincidir en el mismo lugar, estos deben estar escalonados a cada 60 cm.

### **Apéndice A-3. Juego de Planos del Diseño Vial**

<b>N° Plano</b>	<b>Titulo</b>
01	Caratula
02-03	Plano Topográfico
04	Planta de Conjunto
05-06	Diseño Vial Planimetría
07-08	Diseño Vial Altimetría
09-10	Diseño Vial en Perfiles
11-16	Diseño Vial en Secciones Transversales
17	Diseño Vial Detalles y Notas Generales

## **Apéndice A-4. Especificaciones Técnicas del Diseño Vial**

### **1.0 PRELIMINARES**

En preliminares deberá considerarse además de la movilización del equipo las siguientes condiciones:

#### **Movilización y desmovilización de equipos**

Esta actividad deberá entenderse como los trabajos y operaciones preparatorias necesarias para el traslado de personal, equipo, materiales, al lugar del trabajo para el establecimiento de todas las oficinas y otras facilidades necesarias para la ejecución de obras en el proyecto. Otras actividades y operaciones que tengan que ser efectuadas, o costos en los que el Contratista tiene que incurrir en el lugar de la obra, para garantizar la ejecución en las diferentes etapas de obras.

Cuando se realicen órdenes de cambio se considera que estas actividades llevan incluido la movilización de equipos y personal.

#### **Construcciones temporales**

El Contratista alquilará un local que servirá como champa, en ella se garantizará el espacio adecuado para el supervisor del proyecto. En los costos de su oferta el Contratista considerara las instalaciones temporales aun cuando en el desglose de actividades no se indique.

#### **Rótulos de identificación del proyecto**

El Rótulo será de estructura de tubo metálico, forrado con lamina lisa calibre 28, el tubo de la base del rótulo será redondo con un diámetro de 2", el tamaño del rotulo será de 4 pie x 8 pie.

El Rótulo debe ser pintado en ambas caras con pintura de aceite con los colores de acuerdo al dibujo suministrado por los técnicos de la Alcaldía, así mismo el Logotipo.

Este Rótulo debe instalarse siete (7) días después de iniciado el proyecto una vez que el supervisor le entregue el formato y logotipo del rotulo.

## **Rótulos Preventivos**

El Contratista deberá proveer y mantener señales preventivas con las mismas características de las señales preventivas permanentes tanto en color, tamaño, símbolos y tipo de material de acuerdo a lo descrito en el Manual de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras. Estas señales indicarán la proximidad de la obra en ejecución.

Se consideran un estimado de (4) rótulos preventivos o informativos, los costos de los mismos deben estar incluidos en la oferta y la supervisión exigirá la ubicación durante la construcción de obras.

## **Limpieza inicial**

Antes de proceder al inicio de las obras el Contratista deberá efectuar limpieza, para eliminar obstáculos tanto en el sitio de la obra como en lugares aledaños que puedan incidir en la ejecución de la misma.

Se retirarán los escombros producto de remociones y se mantendrá razonablemente limpio el lugar de la obra. La limpieza final deberá mantenerse en cada una de las etapas del proyecto o cuando lo demande a sano juicio la Supervisión.

Antes de comenzar cualquier trabajo de construcción, removerá todo escombros, desechos que estorbe tanto a la construcción, replanteo o circulación del equipo de construcción o de las vías de comunicación pública.

## **2.0 DEMOLICIONES DE OBRAS EXISTENTES**

Comprende las demoliciones y remociones que se realizarán para despejar el área de las construcciones proyectadas.

Es obligación del Contratista verificar el lugar o sitio donde se construirá el proyecto para verificar la infraestructura existente, en el área superficial o en el sub-suelo, las que serán removidas tales como: cables telefónicos, tuberías de agua potable, aguas negras, fibra óptica, cunetas, bordillos, andenes, etc.

El Contratista deberá asumir los costos de remoción, restauración y reinstalación de la infraestructura en las mismas condiciones que se encontraban al iniciar los trabajos.

### **3.0 TRAZO Y NIVELACION**

El Contratista deberá contratar una cuadrilla de topografía con la experiencia requerida, que tenga los equipos en buen estado, para que ubique los niveles de corte para el cajón de la base para la nueva avenida a construir, establecer las medidas del plano en el terreno de todas las obras objeto del contrato.

Al ubicar con precisión estos niveles para los cortes del cajón de la base, deberá colocar puntos de referencia que serán verificados por el supervisor, para revisión de los niveles y construcción de la base para el revestimiento y demás obras.

Las niveletas colocadas permanecerán en su lugar, hasta levantar la altura de la obra y solo con la aprobación del Supervisor estas serán removidas. Si los niveles y alineación son destruidas ó removidas, EL CONTRATISTA deberá localizar los niveles por cuenta propia.

#### **Material selecto**

El material selecto a utilizar deberá estar conformado de materiales bien graduados, con partículas angulares, duras y durables. Estos materiales no deben tener sobre tamaños mayores de un tercio de espesor de la capa a compactar. Además, estos materiales deben ser colocados en forma controlada y compactados a los porcentajes indicado con su humedad óptima.

El material selecto a utilizar tendrá límite líquido no mayor de 25 y el índice de plasticidad no mayor de 6%.

Los materiales a utilizar deben de estar libres de materiales deletéreos perjudiciales, escoria volcánica, pómez, bolsones de arcilla, bolsones de limo, materia orgánica o de alguna materia extraña que afecte adversamente sus propiedades físico-mecánicas.

El material selecto a utilizar deberá de proceder de bancos reconocidos como los Martínez, Xilola, MATECSA, etc.

#### **4.0 OBRAS DE VIALIDAD**

Incluye la señalización vial con pintura.

Los empalmes de las calles y avenidas a construir con tramos ya revestidos, se realizarán conforme niveles de diseño.

Toda área de la estructura vial existente que pudiese afectarse, será reparada por el Contratista sin costos adicionales para el Contratante.

#### **MOVIMIENTO DE TIERRA**

Todos los trabajos de movimiento de tierra; cortes, rellenos, botado de material sobrante, construcción de base, serán ejecutado solo para las calles a construir.

Se realizarán los cortes y rellenos necesarios para conformar la base donde descansará la estructura de pavimento.

Considera todos los volúmenes de material a cortar, el botado del material sobrante, así como el corte de árboles y el consecuente botado de ramas y troncos. Demolición de pavimento, cunetas, y cualquier otra infraestructura que se encuentre en el área de la nueva calle y afecte su ejecución.

Los materiales sobrantes del corte del cajón vial serán trasladados y depositados en el sitio donde lo indique el Supervisor, dentro de un rango de distancia de 8 km.

El material sobrante del corte es propiedad del Distrito, por tanto, el Contratista no podrá disponer de ella sin previa coordinación y autorización.

El cálculo de todo el movimiento de tierra será basado en secciones transversales.

El contratista deberá realizar su levantamiento antes de iniciar la construcción y compararlos con los que posee el Contratante.

#### **RELLENO Y COMPACTACION**



El relleno antes del espesor del cajón vial, se realizará con material del sitio. El Contratista considerará en su costo el traslado, volumen de abundamiento y compactación, todo el proceso de tendido y compactado al 95% de la densidad Proctor Estándar.

Los suelos a utilizar estarán libres de materiales deletéreos perjudiciales, escoria volcánica, pómez, bolsones de arcilla, bolsones de limo, componentes orgánicos o extraños que afecten propiedades físico-mecánicas.

Cuando se realice relleno cada capa deberá ser humedecida o secada, según sea necesario, y compactada totalmente con el equipo apropiado.

Utilizar agua potable para el proceso de compactación

## **CONSTRUCCION DE BASE**

Este trabajo consistirá en colocar y compactar a un mínimo del 100% de la densidad Próctor Modificado (ASTM D 1557) estas recomendaciones serán ajustadas razonablemente a los alineamientos- niveles y espesores que figuren en los planos, en este documento o fueren establecidos por el Ingeniero.

Las cantidades indicadas en los alcances de base están referidas a material compactado. En sus costos unitarios el Contratista considerará el traslado del material selecto suelto, hormigón, abundamiento y todo el proceso de mezcla, tendido y compactación de la mezcla, etc.

La capa de base deberá ser conformada de acuerdo con la sección transversal típica mostrada en los planos u ordenada por el Ingeniero. Los promontorios deberán ser recortados a la elevación adecuada. Las depresiones, deberán ser rellenadas y compactadas hasta que concuerden con la base de las áreas adyacentes o rellenadas con asfalto integralmente con el colocado en el pavimento. La base será mantenida lisa y compacta hasta la colocación de la carpeta asfáltica.

El contratista será responsable de construir la base en el espesor y con la proporción de materiales especificados. Antes de dar por concluido el trabajo de

la base, verificará los niveles de la misma con ayuda de una cuadrilla de Topografía.

## **CONSTRUCCION DE ANDENES**

Los andenes se dejan proyectados en los planos, y se construirán si se incluyen en el formato de ofertas. Si no se consideran en los alcances de obras, hacer caso omiso a estas especificaciones técnicas.

Se construirán conforme dimensiones y características diseñadas. La sección del andén en cada banda, será de 0.85m-1.85m de ancho.

El concreto para las aceras deberá satisfacer los requisitos de la Sección Nic-2000 Estructuras Menores de Concreto, y la clase según sea especificado. Sera de 3000 PSI de resistencia a los 28 días.

La excavación se efectuará hasta la profundidad requerida y hasta un ancho que permita la instalación y colocación de las formaletas. La cimentación deberá ser conformada y apisonada hasta que presente una superficie plana, de conformidad con la sección que figura en los planos. Todo el material blando e inadecuado, hasta una profundidad de 7.5 centímetros, deberá ser retirado y sustituido con material de fundación estable.

Las formaletas deberán ser de madera o metálica. Todas las formaletas deberán ser rectas, exentas de combaduras o torceduras, y con suficiente resistencia para soportar la presión del concreto sin desplazamientos o deformaciones.

Para la fabricación de concreto manual deberán construirse bateas de madera cuyas dimensiones serán suministradas por la Supervisión.

Cuando se utiliza un proveedor comercial, el Contratista deberá suministrar un comprobante con cada carga y de camión de concreto, certificando que las proporciones de material y mezcla utilizados están de conformidad con la mezcla aprobada. El proceso de concreto premezclado deberá cumplir con las especificaciones ASTM C-94 para concreto premezclado.

## **SEÑALIZACION CON PINTURA**

Este trabajo consistirá en la pintura de marcas de tráfico sobre el área pavimentada, la aplicación de materiales plásticos y la colocación de marcadores fijados sobre el pavimento, de acuerdo con las siguientes especificaciones y en conformidad razonable con las ubicaciones, dimensiones y diseños que figuren en los planos o fueren fijados por El Ingeniero.

-El ancho de la Línea será de 100 mm de ancho.

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, serán pagadas al precio de contrato por unidad de medida para los conceptos de pago listados más adelante que figuren en el Pliego de Licitación, precio y pago que serán compensación total por el trabajo prescrito en esta sección.

El pago será efectuado bajo el siguiente concepto:

Código.	Concepto de Pago	Unidad de Medida.
---------	------------------	-------------------

	Pintura de línea Continua 10 cm tipo trafico	M
--	--	---

	Pintura en cunetas y bordillos tipo tráfico.	M
--	--	---

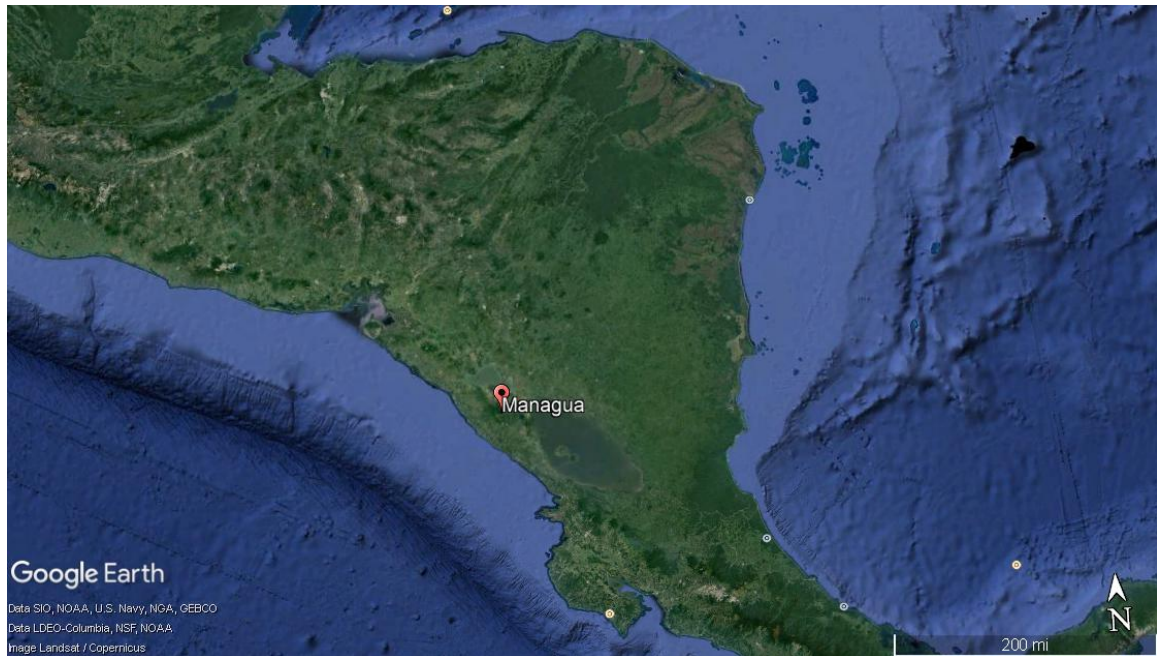
## **LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA**

El área del Proyecto debe ser entregado completamente limpia y barrida y toda la basura que genera la limpieza final; como los escombros generado por excavaciones, debe ser evacuado por el contratista en un camión hacia el botadero autorizado por la Alcaldía de Managua (Acahualinca), no se recibirá ninguna obra cuando no se cumplan estos requisitos.

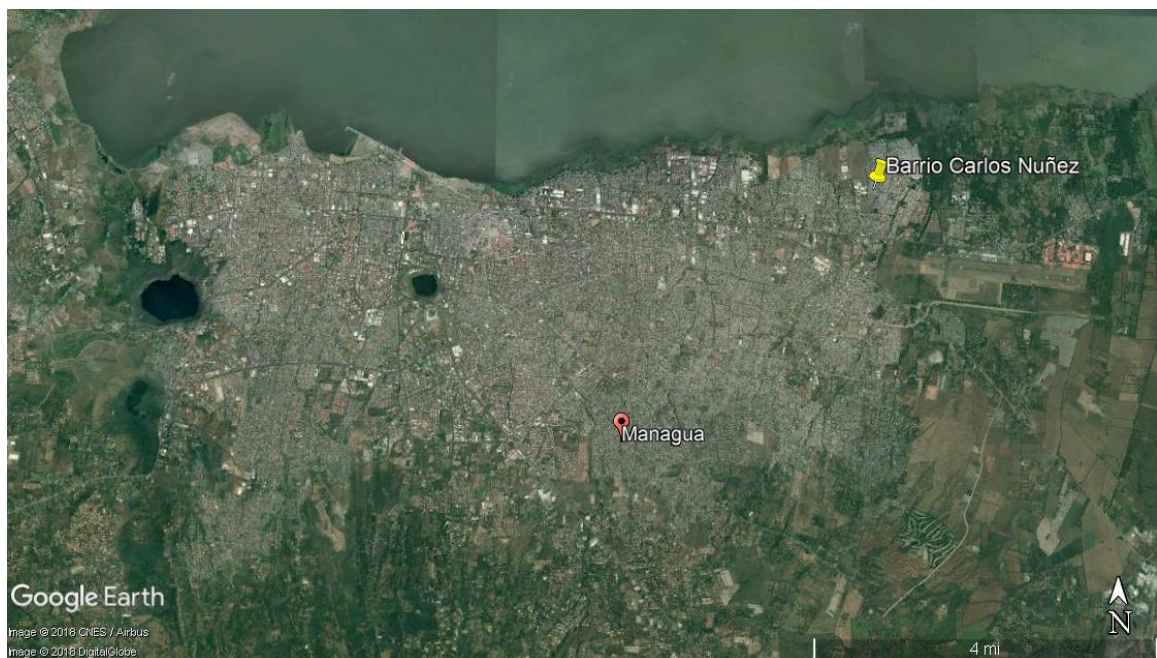
Cualquier duda sobre las especiaciones técnicas debe ser solicitada por el contratista ya que después de terminar el periodo no existirá ningún tipo de argumento para pagar ningún tipo de actividad adicional de cualquier actividad definida.

## APÉNDICE B. UBICACIÓN DEL PROYECTO

### Apéndice B-1. Macro Localización



### Apéndice B-2. Micro Localización



## APÉNDICE C. CATÁLOGOS

### Apéndice C-1. Etapas y Sub Etapas

#### Alcaldía Municipal de Managua Catálogo de Obra/Etapa/Sub etapa

CÓD	DESCRIPCIÓN	U M
<b>Horizontales</b>		
<b>05</b>	<b>PRELIMINARES</b>	
01	LIMPIEZA INICIAL	M2
02	REPLANTEO TOPOGRAFICO	M2
03	ABRA Y DESTRONQUE	HA
04	CAMINO DE ACCESO (A LAS OBRAS)	GLB
05	CONSTRUCCIONES TEMPORALES	M2
06	ROTULO	C/U
07	REMOCION DE ESTRUCTURAS	GLB
08	DESVIOS	GLB
<b>10</b>	<b>TRABAJOS POR ADMINISTRACION</b>	
01	TRABAJOS POR ADMINISTRACION	GLB
<b>15</b>	<b>MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION</b>	
01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	GLB
<b>20</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>	
01	CORTES	M3
02	CORTE Y RELLENOS COMPENSADO	M3
03	EXPLOTACION DE BANCOS Y ACARREO SELECTO	M3
04	RELLENO Y COMPACTACION CON EQUIPO (MODULO)	M3
05	CONFORMACION Y COMPACTACION	M2
06	ESTABILIZACION DE SUELOS	M3
07	GEOSINTETICOS	M2
08	ESTABILIZACION CON PEDRAPLEN	M3
09	BOTAR TIERRA SOBRANTE DE EXCAVACION	M3
<b>25</b>	<b>REVESTIMIENTO DE CALZADA</b>	
01	NIVELACION Y CONFORMACION DE CAMINOS	M2
02	SUB-EXCAVACIONES	M3
03	REVESTIMIENTO	M3
04	BACHEO	M3
05	REVESTIMIENTO DE SUELO CEMENTO	M3
<b>30</b>	<b>BASES Y SUBBASES</b>	
01	BASE DE AGREGADOS NATURALES	M3
02	BASE DE AGREGADOS TRITURADOS	M3
03	BASES ESTABILIZADAS CON CEMENTO	M3

CÓD	DESCRIPCIÓN	U M
04	SUBBASE DE AGREGADOS NATURALES	M3
<b>35</b>	<b>CARPETA DE RODAMIENTO</b>	
01	ADOQUINADO	M2
02	CARPETA DE CONCRETO HIDRAULICO	M2
03	IMPRIMACION Y RIEGO ASFALTICO	M2
04	TRATAMIENTOS SUPERFICIALES	M2
05	PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO	M2
06	MICROPAVIMENTO	M2
07	ZAMPEADO (EMPEDRADO) RAMPA O PETRILES	M2
08	RECICLADO DE PAVIMENTO	M2
09	OTRO TIPO DE CARPETA DE RODAMIENTO	M2
<b>40</b>	<b>MANTENIMIENTO DE VIAS</b>	
01	BACHEO PROFUNDO EN ZONAS DE INESTABILIDAD	M3
02	BACHEO SUPERFICIAL	M3
03	SELLO DE GRIETAS MECANIZADO	M2
04	FRESADO DE CARPETAS ASFALTICAS	M2
05	REPARACION DE SUPERFICIES ADOQUINADAS	M2
06	TRATAMIENTO DE CARCAVAS	M3
07	RECTIFICACIONES	ML
<b>45</b>	<b>CUNETAS ANDENES Y BORDILLOS</b>	
01	CUNETAS DE CAITE DE CONCRETO	ML
02	CUNETA DE PIEDRA CANTERA	ML
03	CUNETAS DE PIEDRA BOLON	ML
04	OTRO TIPO DE CUNETA	ML
05	BORDILLOS DE CONCRETO	ML
06	BORDILLOS DE PIEDRA CANTERA	ML
07	VIGAS DE REMATE	ML
08	REMATE LONGITUDINAL EN ADOQUINES	ML
09	ANDENES DE CONCRETO	M2
10	ANDENES DE PIEDRA CANTERA	M2
11	ANDENES DE PIEDRA BOLON	M2
12	OTRO TIPO DE ANDENES	M2
13	VIGAS DIAFRAGMAS	ML
14	GRADAS	M2
<b>50</b>	<b>OBRAS DE PROTECCION</b>	
01	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS	M3
02	RELLENO Y TERRAPLENES PARA ESTRUCTURA	M3
03	SUELO CEMENTO BAJO FUNDACIONES	M3
04	MURO DE MAMPOSTERIA	M2
05	MAMPOSTERIA DE PIEDRA BOLON	M3

CÓD	DESCRIPCIÓN	U M
06	CONCRETO CICLOPEO	M3
07	GAVIONES	M3
08	MURO DE CONCRETO REFORZADO	M3
09	MURO DE CONTENCION DE PIEDRA CANTERA	M3
10	SACOCRETOS	M3
11	FLEX BEAM	ML
12	OBRAS TEMPORALES	GLB
13	BARANDAS METALICAS DE PROTECCION	ML
14	OBRAS VARIAS	GLB
15	MURO DE CONCRETO CICLOPEO	M3
55	<b>ILUMINACION EXTERIOR</b>	
01	BANCO DE TRANSFORMADORES	C/U
02	ALAMBRADO ELECTRICO EXTERIOR	ML
03	POSTES Y LUMINARIAS	C/U
60	<b>SEÑALIZACION HORIZONTAL Y VERTICAL</b>	
01	SEÑALIZACION HORIZONTAL	ML
02	SEÑALIZACION VERTICAL	C/U
03	SEMAFORIZACION	C/U
65	<b>MEDIDAS DE MITIGACION AMBIENTAL</b>	
01	CERCAS	ML
02	ARBORIZACION	C/U
03	ENGRAMADOS	M2
04	OTRO TIPO DE OBRAS	GLB
70	<b>LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA</b>	
01	LIMPIEZA FINAL	M2
165	<b>LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA</b>	
01	LIMPIEZA FINAL	M2
<b>Proyectos Pluviales</b>		
500	<b>PRELIMINARES</b>	
01	LIMPIEZA INICIAL	M2
02	TRAZO Y NIVELACION	ML
03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	GLB
04	CONSTRUCCIONES TEMPORALES	C/U
05	ROTULO	C/U
06	DEMOLICIONES Y RESTAURACIONES	GLB
505	<b>ALCANTARILLADO PLUVIAL</b>	
01	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS	M3
02	RELLENO Y COMPACTACION DE SUELOS	M3
03	MEJORAMIENTO DE FUNDACIONES	M3
04	TUBERIA PERFILADA DE PVC O POLIPROPILENO DE ALTA DENSIDAD	ML



CÓD	DESCRIPCIÓN	U M
05	ALCANTARILLA DE CONCRETO REFORZADO	ML
06	ALCANTARILLA DE ACERO CARRUGADO	ML
07	ALCANTARILLA DE ACERO DUCTIL	ML
08	CABEZALES PARA ALCANTARILLAS	ML
<b>510</b>	<b>DISPOSITIVOS DE DRENAJE</b>	
01	POZOS DE VISITA	C/U
02	TRAGANTES	C/U
03	CAJA HIDRAULICA	C/U
04	VADOS	M2
05	CANALES	ML
06	DISIPADORES DE ENERGIA	C/U
07	CONTRACUNETA	ML
08	DIQUES O CORTINAS	C/U
09	VERTEDEROS	ML
10	RAMPAS	M3
11	REPARACIONES EN GENERAL	GLB
12	LOSAS DE PROTECCION	C/U
13	MUROS Y CABEZALES DE MAMPOSTERIA	M3
14	MUROS Y CABEZALES DE CONCRETO CICLOPEO	M3
15	DESARENADORES	ML
16	MUROS, CABEZALES Y ALETONES DE CONCRETO REFORZADO	M3
17	CAJA DE CAPTACION TIPO I	C/U
18	CAJA DE CAPTACION TIPO II	C/U
19	CAJAS DE REGISTRO	C/U
20	FILTROS	C/U
21	CISTERNA (EMBALSE)	BOL
22	VERTEDOR DE CONCRETO CICLOPEO	M3
23	VERTEDOR DE CONCRETO	M3
24	MURO TIPO I	M3
25	MURO TIPO II	M3
26	MURO TIPO III	M3
27	MURO TIPO IV	M3
28	MURO TIPO V	M3
<b>515</b>	<b>DRENAJE SUBTERRANEO</b>	
01	SUB-DRENES	M3
02	POZO DE INFILTRACION	C/U
<b>520</b>	<b>TUNELES HIDRAULICOS</b>	
01	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS	M3
02	ENTIBADO Y ADEMADO	M2
03	RELLENO Y COMPACTACION DE SUELOS	M3



CÓD	DESCRIPCIÓN	U M
04	RELLENO Y COMPACTACION CON EQUIPO (MODULO)	M3
05	EXPLOTACION DE BANCOS Y ACARREO SELECTO	M3
06	ACARREO DE MATERIALES	M3
07	MEJORAMIENTO DE FUNDACIONES	M3
08	ACERO DE REFUERZO	LBS
09	FORMALETAS	M2
10	CONCRETO ESTRUCTURAL	M3
11	CABEZALES DE DESCARGA	M3
525	<b>MANTENIMIENTO DRENAJE</b>	
02	LIMPIEZA DE CAUCE	M3
03	PROTECCION DE TALUDES	M2
04	REPARACIONES EN GENERAL	GLB
05	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	ML
06	LIMPIEZA DE DISPOSITIVOS DE DRENAJE	GLB
530	<b>LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA</b>	
01	LIMPIEZA FINAL	M2

## Apéndice C-2. Mano de Obra al Destajo

### Convenio Colectivo

Código	Descripción	U/M
<b>HACER MORTEROS</b>		
AYG-170	Hacer mortero de cal y arena	m <sup>3</sup>
AYG-171	Hacer mortero de cal, arena y cemento	m <sup>3</sup>
AYG-172	Hacer mortero de cemento y arena	m <sup>3</sup>
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
AYG-173	<b>Excavación de Zanjas Ancho= 1 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 1 mt en T. Natural</b>	m <sup>3</sup>
AYG-174	Excavación de Zanjas Ancho= 1 mt, Largo= 1 mt, Prof= 1.01 a 2 mt en T. Natural	m <sup>3</sup>
AYG-175	Excavación de Zanjas Ancho= 1 mt, Largo= 1 mt, Prof= 2.01 a 3 mt en T. Natural	m <sup>3</sup>
AYG-176	Excavación de Zanjas Ancho= 1 mt, Largo= 1 mt, Prof= 3.01 a 4 mt en T. Natural	m <sup>3</sup>
AYG-177	Excavación de Zanjas Ancho= 1 mt, Largo= 1 mt, Prof= 4.01 a 5 mt en T. Natural	m <sup>3</sup>
AYG-178	Excavación de Zanjas Ancho= 1 mt, Largo= 1 mt, Prof= 5.01 a 6 mt en T. Natural	m <sup>3</sup>
AYG-179	<b>Excavación de Zanjas Ancho= 1 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 1 mt en T. Compacta</b>	m <sup>3</sup>
AYG-180	<b>Excavación de Zanjas Ancho= 1 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 1 mt en Talpetate</b>	m <sup>3</sup>

Código	Descripción	U/M
<b>AYG-181</b>	Excavación de Zanjas Ancho= 1 mt, Largo= 1 mt, Prof= 1.01 a 2 mt en Talpetate	m³
<b>AYG-182</b>	Excavación de Zanjas Ancho= 1 mt, Largo= 1 mt, Prof= 2.01 a 3 mt en Talpetate	m³
<b>AYG-183</b>	Excavación de Zanjas Ancho= 1 mt, Largo= 1 mt, Prof= 3.01 a 4 mt en Talpetate	m³
<b>AYG-184</b>	Excavación de Zanjas Ancho= 1 mt, Largo= 1 mt, Prof= 4.01 a 5 mt en Talpetate	m³
<b>AYG-185</b>	Excavación de Zanjas Ancho= 1 mt, Largo= 1 mt, Prof= 5.01 a 6 mt en Talpetate	m³
<b>AYG-186</b>	<b>Excavación de Zanjas Ancho= 1 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 1 mt en Coyolillo</b>	m³
<b>AYG-187</b>	Excavación de Zanjas Ancho= 1 mt, Largo= 1 mt, Prof= 1.01 a 2 mt en Coyolillo	m³
<b>AYG-188</b>	Excavación de Zanjas Ancho= 1 mt, Largo= 1 mt, Prof= 2.01 a 3 mt en Coyolillo	m³
<b>AYG-189</b>	Excavación de Zanjas Ancho= 1 mt, Largo= 1 mt, Prof= 3.01 a 4 mt en Coyolillo	m³
<b>AYG-190</b>	Excavación de Zanjas Ancho= 1 mt, Largo= 1 mt, Prof= 4.01 a 5 mt en Coyolillo	m³
<b>AYG-191</b>	Excavación de Zanjas Ancho= 1 mt, Largo= 1 mt, Prof= 5.01 a 6 mt en Coyolillo	m³
<b>AYG-192</b>	<b>Excavación de Zanjas Ancho= 0.5 a 1 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 1 mt en T. Natural</b>	m³
<b>AYG-193</b>	Excavación de Zanjas Ancho= 0.5 a 1 mt, Largo= 1 mt, Prof= 1.01 a 2 mt en T. Natural	m³
<b>AYG-194</b>	Excavación de Zanjas Ancho= 0.5 a 1 mt, Largo= 1 mt, Prof= 2.01 a 3 mt en T. Natural	m³
<b>AYG-195</b>	Excavación de Zanjas Ancho= 0.5 a 1 mt, Largo= 1 mt, Prof= 3.01 a 4 mt en T. Natural	m³
<b>AYG-196</b>	Excavación de Zanjas Ancho= 0.5 a 1 mt, Largo= 1 mt, Prof= 4.01 a 5 mt en T. Natural	m³
<b>AYG-197</b>	Excavación de Zanjas Ancho= 0.5 a 1 mt, Largo= 1 mt, Prof= 5.01 a 6 mt en T. Natural	m³
<b>AYG-198</b>	<b>Excavación de Zanjas Ancho= 0.5 a 1 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 1 mt en T. Compacta</b>	m³
<b>AYG-199</b>	<b>Excavación de Zanjas Ancho= 0.5 a 1 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 1 mt en Talpetate</b>	m³
<b>AYG-200</b>	Excavación de Zanjas Ancho= 0.5 a 1 mt, Largo= 1 mt, Prof= 1.01 a 2 mt en Talpetate	m³
<b>AYG-201</b>	Excavación de Zanjas Ancho= 0.5 a 1 mt, Largo= 1 mt, Prof= 2.01 a 3 mt en Talpetate	m³
<b>AYG-202</b>	Excavación de Zanjas Ancho= 0.5 a 1 mt, Largo= 1 mt, Prof= 3.01 a 4 mt en Talpetate	m³
<b>AYG-203</b>	Excavación de Zanjas Ancho= 0.5 a 1 mt, Largo= 1 mt, Prof= 4.01 a 5 mt en Talpetate	m³
<b>AYG-204</b>	Excavación de Zanjas Ancho= 0.5 a 1 mt, Largo= 1 mt, Prof= 5.01 a 6 mt en Talpetate	m³

Código	Descripción	U/M
<b>AYG-205</b>	<b>Excavación de Zanjas Ancho= 0.5 a 1 mt, Largo= 1 mt, Prof= 2.01 a 3 mt en Coyolillo</b>	m <sup>3</sup>
<b>AYG-206</b>	Excavación de Zanjas Ancho= 0.5 a 1 mt, Largo= 1 mt, Prof= 3.01 a 4 mt en Coyolillo	m <sup>3</sup>
<b>AYG-207</b>	Excavación de Zanjas Ancho= 0.5 a 1 mt, Largo= 1 mt, Prof= 4.01 a 5 mt en Coyolillo	m <sup>3</sup>
<b>AYG-208</b>	Excavación de Zanjas Ancho= 0.5 a 1 mt, Largo= 1 mt, Prof= 5.01 a 6 mt en Coyolillo	m <sup>3</sup>
<b>AYG-209</b>	<b>Excavación de Zanjas Ancho= 0 a 0.2 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 30 cm en T. Natural</b>	ml
<b>AYG-210</b>	Excavación de Zanjas Ancho= 0 a 0.2 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 40 cm en T. Natural	ml
<b>AYG-211</b>	Excavación de Zanjas Ancho= 0 a 0.2 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 50 cm en T. Natural	ml
<b>AYG-212</b>	<b>Excavación de Zanjas Ancho= 0 a 0.2 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 30 cm en T. Compacta</b>	ml
<b>AYG-213</b>	Excavación de Zanjas Ancho= 0 a 0.2 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 40 cm en T. Compacta	ml
<b>AYG-214</b>	Excavación de Zanjas Ancho= 0 a 0.2 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 50 cm en T. Compacta	ml
<b>AYG-215</b>	<b>Excavación de Zanjas Ancho= 0 a 0.2 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 30 cm en Talpetate</b>	ml
<b>AYG-216</b>	Excavación de Zanjas Ancho= 0 a 0.2 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 40 cm en Talpetate	ml
<b>AYG-217</b>	Excavación de Zanjas Ancho= 0 a 0.2 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 50 cm en Talpetate	ml
<b>AYG-218</b>	<b>Excavación de Zanjas Ancho= 0 a 0.3 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 20 cm en T. Natural</b>	ml
<b>AYG-219</b>	Excavación de Zanjas Ancho= 0 a 0.3 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 30 cm en T. Natural	ml
<b>AYG-220</b>	Excavación de Zanjas Ancho= 0 a 0.3 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 40 cm en T. Natural	ml
<b>AYG-221</b>	Excavación de Zanjas Ancho= 0 a 0.3 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 50 cm en T. Natural	ml
<b>AYG-222</b>	<b>Excavación de Zanjas Ancho= 0 a 0.3 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 20 cm en T. Compacta</b>	ml
<b>AYG-223</b>	Excavación de Zanjas Ancho= 0 a 0.3 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 30 cm en T. Compacta	ml
<b>AYG-224</b>	Excavación de Zanjas Ancho= 0 a 0.3 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 40 cm en T. Compacta	ml
<b>AYG-225</b>	Excavación de Zanjas Ancho= 0 a 0.3 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 50 cm en T. Compacta	ml
<b>AYG-226</b>	Excavación de Zanjas Ancho= 0 a 0.3 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 60 cm en T. Compacta	ml
<b>AYG-227</b>	<b>Excavación de Zanjas Ancho= 0 a 0.3 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 20 cm en Talpetate</b>	ml
<b>AYG-228</b>	Excavación de Zanjas Ancho= 0 a 0.3 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 30 cm en Talpetate	ml

Código	Descripción	U/M
AYG-229	Excavación de Zanjas Ancho= 0 a 0.3 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 40 cm en Talpetate	ml
AYG-230	Excavación de Zanjas Ancho= 0 a 0.3 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 50 cm en Talpetate	ml
AYG-231	<b>Excavación de Zanjas Ancho= 0 a 0.4 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 30 cm en T. Natural</b>	ml
AYG-232	Excavación de Zanjas Ancho= 0 a 0.4 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 40 cm en T. Natural	ml
AYG-233	Excavación de Zanjas Ancho= 0 a 0.4 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 50 cm en T. Natural	ml
AYG-234	<b>Excavación de Zanjas Ancho= 0 a 0.4 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 30 cm en T. Compacta</b>	ml
AYG-235	Excavación de Zanjas Ancho= 0 a 0.4 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 40 cm en T. Compacta	ml
AYG-236	Excavación de Zanjas Ancho= 0 a 0.4 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 50 cm en T. Compacta	ml
AYG-237	<b>Excavación de Zanjas Ancho= 0 a 0.4 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 30 cm en Talpetate</b>	ml
AYG-238	Excavación de Zanjas Ancho= 0 a 0.4 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 40 cm en Talpetate	ml
AYG-239	Excavación de Zanjas Ancho= 0 a 0.4 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 50 cm en Talpetate	ml
AYG-240	<b>Excavación de Zanjas Ancho= 0 a 0.5 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 40 cm en T. Natural</b>	ml
AYG-241	Excavación de Zanjas Ancho= 0 a 0.5 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 50 cm en T. Natural	ml
AYG-242	<b>Excavación de Zanjas Ancho= 0 a 0.5 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 40 cm en T. Compacta</b>	ml
AYG-243	Excavación de Zanjas Ancho= 0 a 0.5 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 50 cm en T. Compacta	ml
AYG-244	<b>Excavación de Zanjas Ancho= 0 a 0.5 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 40 cm en Talpetate</b>	ml
AYG-245	Excavación de Zanjas Ancho= 0 a 0.5 mt, Largo= 1 mt, Prof= 0 a 50 cm en Talpetate	ml
AYG-246	<b>Excavación de Zanjas tubería conduit ancho 0.20 profundidad 0.20 m</b>	ml
AYG-247	Conformar terrenos con cortes y rellenos no mayores de 5 cm	m <sup>2</sup>
AYG-248	Relleno y compactación de Zanjas en capas de 20 cm a mano	m <sup>3</sup>
AYG-249	Relleno y compactación de Zanjas en capas de 20 cm a máquina	m <sup>3</sup>
AYG-250	Relleno y compactación en ambientes con relleno no mayor de 20 cm	m <sup>2</sup>
<b>EXCAVACIONES ESTRUCTURALES AISLADAS</b>		
AYG-251	<b>Excavación estructural aislada desde 0.25 x 0.25 hasta 0.50 x 0.50 TN Prof= 0.70 m</b>	c/u
AYG-252	Excavación estructural aislada desde 0.25 x 0.25 hasta 0.50 x 0.50 TN Prof= 0.80 m	c/u

<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>U/M</b>
<b>AYG-253</b>	Excavación estructural aislada desde 0.25 x 0.25 hasta 0.50 x 0.50 TN Prof= 0.90 m	c/u
<b>AYG-254</b>	Excavación estructural aislada desde 0.25 x 0.25 hasta 0.50 x 0.50 TN Prof= 1.10 m	c/u
<b>AYG-255</b>	<b>Excavación estructural aislada desde 0.25 x 0.25 hasta 0.50 x 0.50 TC Prof= 0.50 m</b>	c/u
<b>AYG-256</b>	Excavación estructural aislada desde 0.25 x 0.25 hasta 0.50 x 0.50 TC Prof= 1.00 m	c/u
<b>AYG-257</b>	<b>Excavación estructural aislada desde 0.25 x 0.25 hasta 0.50 x 0.50 Talp Prof= 0.80 m</b>	c/u
<b>AYG-258</b>	Excavación estructural aislada desde 0.25 x 0.25 hasta 0.50 x 0.50 Talp Prof= 0.90 m	c/u
<b>AYG-259</b>	Excavación estructural aislada desde 0.25 x 0.25 hasta 0.50 x 0.50 Talp Prof= 1.10 m	c/u
<b>AYG-260</b>	<b>Excavación estructural aislada desde 0.51 x 0.51 hasta 0.80 x 0.80 TN Prof= 0.50 m</b>	c/u
<b>AYG-261</b>	Excavación estructural aislada desde 0.51 x 0.51 hasta 0.80 x 0.80 TN Prof= 0.60 m	c/u
<b>AYG-262</b>	Excavación estructural aislada desde 0.51 x 0.51 hasta 0.80 x 0.80 TN Prof= 0.70 m	c/u
<b>AYG-263</b>	Excavación estructural aislada desde 0.51 x 0.51 hasta 0.80 x 0.80 TN Prof= 0.80 m	c/u
<b>AYG-264</b>	Excavación estructural aislada desde 0.51 x 0.51 hasta 0.80 x 0.80 TN Prof= 0.90 m	c/u
<b>AYG-265</b>	Excavación estructural aislada desde 0.51 x 0.51 hasta 0.80 x 0.80 TN Prof= 1.00 m	c/u
<b>AYG-266</b>	<b>Excavación estructural aislada desde 0.51 x 0.51 hasta 0.80 x 0.80 TC Prof= 0.50 m</b>	c/u
<b>AYG-267</b>	<b>Excavación estructural aislada desde 0.51 x 0.51 hasta 0.80 x 0.80 Talp Prof= 0.50 m</b>	c/u
<b>AYG-268</b>	Excavación estructural aislada desde 0.51 x 0.51 hasta 0.80 x 0.80 Talp Prof= 0.60 m	c/u
<b>AYG-269</b>	Excavación estructural aislada desde 0.51 x 0.51 hasta 0.80 x 0.80 Talp Prof= 0.70 m	c/u
<b>AYG-270</b>	Excavación estructural aislada desde 0.51 x 0.51 hasta 0.80 x 0.80 Talp Prof= 0.80 m	c/u
<b>AYG-271</b>	Excavación estructural aislada desde 0.51 x 0.51 hasta 0.80 x 0.80 Talp Prof= 0.90 m	c/u
<b>AYG-272</b>	Excavación estructural aislada desde 0.51 x 0.51 hasta 0.80 x 0.80 Talp Prof= 1.00 m	c/u
<b>AYG-273</b>	<b>Excavación estructural aislada desde 0.81 x 0.81 hasta 1.0 x 1.0 TN Prof= 0.70 m</b>	c/u
<b>AYG-274</b>	Excavación estructural aislada desde 0.81 x 0.81 hasta 1.0 x 1.0 TN Prof= 0.80 m	c/u
<b>AYG-275</b>	Excavación estructural aislada desde 0.81 x 0.81 hasta 1.0 x 1.0 TN Prof= 0.90 m	c/u
<b>AYG-276</b>	Excavación estructural aislada desde 0.81 x 0.81 hasta 1.0 x 1.0 TN Prof= 1.0 m	c/u

<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>U/M</b>
<b>AYG-277</b>	<b>Excavación estructural aislada desde 0.81 x 0.81 hasta 1.0 x 1.0 TC Prof= 0.50 m</b>	c/u
<b>AYG-278</b>	<b>Excavación estructural aislada desde 0.81 x 0.81 hasta 1.0 x 1.0 Talp Prof= 0.70 m</b>	c/u
<b>AYG-279</b>	Excavación estructural aislada desde 0.81 x 0.81 hasta 1.0 x 1.0 Talp Prof= 0.80 m	c/u
<b>AYG-280</b>	Excavación estructural aislada desde 0.81 x 0.81 hasta 1.0 x 1.0 Talp Prof= 0.90 m	c/u
<b>AYG-281</b>	Excavación estructural aislada desde 0.81 x 0.81 hasta 1.0 x 1.0 Talp Prof= 1.0 m	c/u
<b>AYG-282</b>	<b>Excavación estructural aislada desde 1.01 x 1.01 hasta 1.2 x 1.2 TN Prof= 1.20 m</b>	c/u
<b>AYG-283</b>	Excavación estructural aislada desde 1.01 x 1.01 hasta 1.2 x 1.2 TN Prof= 1.40 m	c/u
<b>AYG-284</b>	Excavación estructural aislada desde 1.01 x 1.01 hasta 1.2 x 1.2 TN Prof= 1.60 m	c/u
<b>AYG-285</b>	Excavación estructural aislada desde 1.01 x 1.01 hasta 1.2 x 1.2 TN Prof= 1.80 m	c/u
<b>AYG-286</b>	Excavación estructural aislada desde 1.01 x 1.01 hasta 1.2 x 1.2 TN Prof= 2.00 m	c/u
<b>AYG-287</b>	<b>Excavación estructural aislada desde 1.01 x 1.01 hasta 1.2 x 1.2 Talp Prof= 1.20 m</b>	c/u
<b>AYG-288</b>	Excavación estructural aislada desde 1.01 x 1.01 hasta 1.2 x 1.2 Talp Prof= 1.40 m	c/u
<b>AYG-289</b>	Excavación estructural aislada desde 1.01 x 1.01 hasta 1.2 x 1.2 Talp Prof= 1.60 m	c/u
<b>AYG-290</b>	Excavación estructural aislada desde 1.01 x 1.01 hasta 1.2 x 1.2 Talp Prof= 1.80 m	c/u
<b>AYG-291</b>	Excavación estructural aislada desde 1.01 x 1.01 hasta 1.2 x 1.2 Talp Prof= 2.00 m	c/u
<b>AYG-292</b>	<b>Excavación de 0.60 x 0.60 en Terreno Natural hasta 1.20 de profundidad</b>	c/u
<b>AYG-293</b>	Excavación de 0.60 x 0.60 en Terreno Natural hasta 1.40 de profundidad	c/u
<b>AYG-294</b>	Excavación de 0.60 x 0.60 en Terreno Natural hasta 1.60 de profundidad	c/u
<b>AYG-295</b>	<b>Excavación de 0.60 x 0.60 en Talpetate hasta 1.20 de profundidad</b>	c/u
<b>AYG-296</b>	Excavación de 0.60 x 0.60 en Talpetate hasta 1.40 de profundidad	c/u
<b>AYG-297</b>	Excavación de 0.60 x 0.60 en Talpetate hasta 1.60 de profundidad	c/u
<b>AYG-298</b>	<b>Excavación de 0.80 x 0.80 en Terreno Natural hasta 1.20 de profundidad</b>	c/u
<b>AYG-299</b>	Excavación de 0.80 x 0.80 en Terreno Natural hasta 1.40 de profundidad	c/u
<b>AYG-300</b>	Excavación de 0.80 x 0.80 en Terreno Natural hasta 1.60 de profundidad	c/u

Código	Descripción	U/M
<b>AYG-301</b>	Excavación de 0.80 x 0.80 en Terreno Natural hasta 1.80 de profundidad	c/u
<b>AYG-302</b>	<b>Excavación de 0.80 x 0.80 en Talpetate hasta 1.20 de profundidad</b>	c/u
<b>AYG-303</b>	Excavación de 0.80 x 0.80 en Talpetate hasta 1.40 de profundidad	c/u
<b>AYG-304</b>	Excavación de 0.80 x 0.80 en Talpetate hasta 1.60 de profundidad	c/u
<b>AYG-305</b>	Excavación de 0.80 x 0.80 en Talpetate hasta 1.80 de profundidad	c/u
<b>AYG-306</b>	<b>Excavación de 1.00 x 1.00 en Terreno Natural hasta 1.20 de profundidad</b>	c/u
<b>AYG-307</b>	Excavación de 1.00 x 1.00 en Terreno Natural hasta 1.40 de profundidad	c/u
<b>AYG-308</b>	Excavación de 1.00 x 1.00 en Terreno Natural hasta 1.60 de profundidad	c/u
<b>AYG-309</b>	Excavación de 1.00 x 1.00 en Terreno Natural hasta 1.80 de profundidad	c/u
<b>AYG-310</b>	<b>Excavación de 1.00 x 1.00 en Talpetate hasta 1.20 de profundidad</b>	c/u
<b>AYG-311</b>	Excavación de 1.00 x 1.00 en Talpetate hasta 1.40 de profundidad	c/u
<b>AYG-312</b>	Excavación de 1.00 x 1.00 en Talpetate hasta 1.60 de profundidad	c/u
<b>AYG-313</b>	Excavación de 1.00 x 1.00 en Talpetate hasta 1.80 de profundidad	c/u
<b>CONCRETO</b>		
<b>AYG-314</b>	Fundir Zapatas menores de 0.10 m <sup>3</sup>	c/u
<b>AYG-315</b>	Fundir Zapatas mayores de 0.10 m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
<b>AYG-316</b>	Fundir Viga asísmica hasta 0.20 x 0.20	ml
<b>AYG-317</b>	Fundir Viga asísmica hasta 0.30 x 0.30	ml
<b>AYG-318</b>	Fundir Viga asísmica mayor de 0.30 x 0.30	m <sup>3</sup>
<b>AYG-319</b>	Fundir Pedestales hasta 0.20 x 0.20	ml
<b>AYG-320</b>	Fundir Pedestales hasta 0.30 x 0.30	ml
<b>AYG-321</b>	Fundir Pedestales mayores de 0.30 x 0.30	m <sup>3</sup>
<b>AYG-322</b>	Fundir paredes y columnas integrales en primer piso	m <sup>3</sup>
<b>AYG-323</b>	Fundir columnas y/o vigas hasta 0.20 x 0.20	ml
<b>AYG-324</b>	Fundir columnas y/o vigas hasta 0.30 x 0.30	ml
<b>AYG-325</b>	Fundir columnas y/o vigas mayores de 0.30 x 0.30	m <sup>3</sup>
<b>AYG-326</b>	Fundir losa de contrapiso de hasta 10 cms de espesor	m <sup>2</sup>
<b>AYG-327</b>	Fundir losa de contrapiso desde 11 hasta 20 cms de espesor	m <sup>2</sup>
<b>AYG-328</b>	Fundir cascote de 5 cms de espesor	m <sup>2</sup>
<b>POZOS DE VISITA</b>		
<b>AYG-349</b>	Excavación de Pozos de Visita en terreno natural hasta 2 mts de diámetro de 0 a 1 mt de profundidad	m <sup>3</sup>



<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>U/M</b>
<b>AYG-350</b>	Excavación de Pozos de Visita en talpetate hasta 2 mts de diámetro de 1.01 a 2 mt de profundidad	m <sup>3</sup>
<b>AYG-351</b>	Excavación de Pozos de Visita en coyolillo hasta 2 mts de diámetro de 2.01 a 3 mt de profundidad	m <sup>3</sup>
<b>AYG-352</b>	Perforación de paredes de ladrillo de barro en PV para tubería de 20 cm de diámetro	c/u
<b>AYG-353</b>	Perforación de paredes de concreto en PV para tubería de 60 cm de diámetro	c/u
<b>TUBERIAS</b>		
<b>AYG-354</b>	Afinado a mano de fondo de zanjas hasta 0.60 m de ancho	ml
<b>AYG-355</b>	Afinado a mano de fondo de zanjas desde 0.60 m hasta 1.00 m de ancho	ml
<b>AYG-356</b>	Afinado a mano de fondo de zanjas mayores de 1.00 m de ancho	m <sup>2</sup>
<b>AYG-357</b>	Acuñado de tubería con pizón curvo diámetros de 20 a 25 cm	ml
<b>AYG-358</b>	Acuñado de tubería con pizón curvo diámetros de 30 a 38 cm	ml
<b>AYG-359</b>	Proteger tubería con dos capas de 15 cm de espesor hasta 0.60 m de ancho	ml
<b>AYG-360</b>	Proteger tubería con dos capas de 15 cm de espesor entre 0.60 m hasta 1.0 m de ancho	m <sup>3</sup>
<b>AYG-361</b>	Hacer mediacaña en tierra para tuberías de 15 cm	ml
<b>AYG-362</b>	Hacer mediacaña en tierra para tuberías de 20 cm	ml
<b>AYG-363</b>	Hacer mediacaña en tierra para tuberías de 25 cm	ml
<b>AYG-364</b>	Hacer mediacaña en tierra para tuberías de 30 cm	ml
<b>AYG-365</b>	Hacer mediacaña en tierra para tuberías de 38 cm	ml
<b>AYG-366</b>	Hacer mediacaña en tierra para tuberías de 45 cm	ml
<b>AYG-367</b>	Hacer mediacaña en tierra para tuberías de 53 cm	ml
<b>AYG-368</b>	Hacer mediacaña en tierra para tuberías de 60 cm	ml
<b>CUNETAS Y BORDILLOS</b>		
<b>AYG-369</b>	Excavación para cunetas desde 0.40 hasta 0.75 de ancho	ml
<b>AYG-370</b>	Fundir concreto premezclado vertido directamente al molde de la cuneta	ml
<b>AYG-371</b>	Hacer concreto a mano y vertirlo en el molde de la cuneta	ml
<b>AYG-372</b>	Piqueteo total en cuneta concreto fresco	ml
<b>AYG-373</b>	Piqueteo loco en cunetas concreto viejo	ml
<b>AYG-374</b>	Fundir concreto premezclado en bordillo de hasta 0.20 de ancho x 0.50 de alto	ml
<b>ANDENES</b>		
<b>AYG-375</b>	Recorte de terreno para andenes de 5 a 20 cm de profundidad	m <sup>2</sup>
<b>AYG-376</b>	Conformación final del terreno	m <sup>2</sup>
<b>AYG-377</b>	Conformar el terreno antes de instalar los andenes con corte o relleno no mayor de 5 cm	m <sup>2</sup>
<b>AYG-378</b>	Fundir andenes de 5 cm de espesor con concreto premezclado	m <sup>2</sup>
<b>AYG-379</b>	Fundir andenes de 5 a 7.5 cm de espesor con concreto premezclado	m <sup>2</sup>



<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>U/M</b>
<b>AYG-380</b>	Fundir andenes de 7.55 a 10 cm de espesor con concreto premezclado	m <sup>2</sup>
<b>AYG-381</b>	Fundir andenes de 6.5 a 10 cm de espesor con concreto hecho a mano	m <sup>2</sup>
<b>CANALES</b>		
<b>AYG-382</b>	Excavación de zanja trapezoidal en Terreno Natural 0.80 m de ancho x 1.00 de profundidad	m <sup>3</sup>
<b>AYG-383</b>	Fundir remates de adoquines de 15 cm de ancho x 30 cm de alto al final del pavimento	ml
<b>AYG-384</b>	Hacer colchón de arena de 3 a 5 cm de espesor	m <sup>2</sup>
<b>AYG-385</b>	Hacer colchón de arena de más de 5 cm de espesor	m <sup>2</sup>
<b>PAVIMENTOS</b>		
<b>AYG-386</b>	Demoler pavimento hasta 5 cm de espesor	m <sup>2</sup>
<b>AYG-387</b>	Demoler pavimento hasta 25 cm de espesor	m <sup>2</sup>
<b>AYG-388</b>	Demoler mortero en recubrimientos de hasta 5 cm de espesor	m <sup>2</sup>
<b>AYG-389</b>	Hacer cerco de alambre de púas	ml
<b>AYG-390</b>	Excavación en sonsobolón en zanjas de 1 mt de ancho x 1 mt de profundidad	m <sup>3</sup>
<b>AYG-391</b>	Limpieza de área de vivienda para entrega final	m <sup>2</sup>
<b>AYG-392</b>	Hacer recorte de talud con pendiente en piedra cantera de hasta 0.20 mts de espesor	m <sup>2</sup>
<b>AYG-393</b>	Hacer colchón de material selecto de 10 a 15 cm de espesor en zanjas de hasta 0.95 mt de ancho	ml
<b>DEMOLICIONES</b>		
<b>AYG-394</b>	Despegar adoquines y acomodarlos a la orilla	m <sup>2</sup>
<b>AYG-395</b>	Demoler pisos de concreto hasta 10 cm de espesor	m <sup>2</sup>
<b>AYG-396</b>	Demoler paredes de ladrillo de barro apartando la broza	m <sup>2</sup>
<b>AYG-397</b>	Demoler paredes de bloques confinados	m <sup>2</sup>
<b>AYG-398</b>	Demoler paredes de bloque chiltepe	m <sup>2</sup>
<b>AYG-399</b>	Demoler pared de concreto sin incluir hierro de pared de más de 12 cm de espesor	m <sup>2</sup>
<b>AYG-400</b>	Demoler gradas de concreto 30 cm de huella y 20 cm de contrahuella	ml
<b>AYG-401</b>	Demoler Viga asísmica de 20 x 20 cm	ml
<b>AYG-402</b>	Demoler Viga asísmica de 21 x 21 cm hasta 50 x 50 cm	ml
<b>AYG-403</b>	Demoler viga o columna de 20 x 20 cm	ml
<b>AYG-404</b>	Demoler Viga o columna de 21 x 21 cm hasta 50 x 50 cm	ml
<b>AYG-405</b>	Demoler pared de pozo de Visita en mampostería de ladrillos	m <sup>2</sup>
<b>AYG-406</b>	Demolición de cunetas de concreto	ml
<b>ARMADURIA</b>		
<b>ARM-01</b>	<b>Alistar, armar y colocar acero en Vigas, columnas, losas y muros menor o igual al #4</b>	kg
<b>ARM-02</b>	Alistar, armar y colocar acero en Vigas, columnas, losas y muros mayor al #4	kg

<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>U/M</b>
<b>ARM-03</b>	Alistar, armar y colocar acero en Zapatas y pedestales menor o igual al #4	kg
<b>ARM-04</b>	Alistar, armar y colocar acero en Zapatas y pedestales mayor al #4	kg
<b>ARM-05</b>	<b>Alistar acero en vigas y columnas menor o igual al #4</b>	kg
<b>ARM-06</b>	Alistar acero en zapatas y pedestales menor o igual al #4	kg
<b>ARM-07</b>	Alistar acero en losas y muros menor o igual al #4	kg
<b>ARM-08</b>	Alistar acero en estribos	kg
<b>ARM-09</b>	<b>Alistar acero en vigas y columnas mayor al #4</b>	kg
<b>ARM-10</b>	Alistar acero en zapatas y pedestales mayor al #4	kg
<b>ARM-11</b>	Alistar acero en losas y muros mayor al #4	kg
<b>ARM-12</b>	Alistar acero en estribos	kg
<b>ARM-13</b>	<b>Armar acero en vigas y columnas menor o igual al #4</b>	kg
<b>ARM-14</b>	Armar acero en zapatas y pedestales menor o igual al #4	kg
<b>ARM-15</b>	Armar acero en losas y muros menor o igual al #4	kg
<b>ARM-16</b>	<b>Armar acero en vigas y columnas mayor al #4</b>	kg
<b>ARM-17</b>	Armar acero en zapatas y pedestales mayor al #4	kg
<b>ARM-18</b>	Armar acero en losas y muros mayor al #4	kg
<b>ARM-19</b>	<b>Colocar acero en vigas y columnas menor o igual al #4</b>	kg
<b>ARM-20</b>	Colocar acero en zapatas y pedestales menor o igual al #4	kg
<b>ARM-21</b>	Colocar acero en losas y muros menor o igual al #4	kg
<b>ARM-22</b>	<b>Colocar acero en vigas y columnas mayor al #4</b>	kg
<b>ARM-23</b>	Colocar acero en zapatas y pedestales mayor al #4	kg
<b>ARM-24</b>	Colocar acero en losas y muros mayor al #4	kg
<b>ARM-25</b>	Alistar, armar y colocar bayonetas y anclajes menor o igual al #4	kg
<b>ARM-26</b>	Alistar, armar y colocar bayonetas y anclajes mayor al #4	kg
<b>ARM-27</b>	Cortar alambre recocido #18 de acuerdo a las medidas	qq
<b>MAMPOSTERIA CONFINADA</b>		
<b>ALB-01</b>	<b>Pared con bloque de cemento de 4" x 8" x16"</b>	m <sup>2</sup>
<b>ALB-02</b>	<b>Pared con bloque de cemento de 6" x 8" x16"</b>	m <sup>2</sup>
<b>ALB-03</b>	<b>Pared con bloque de cemento de 8" x 8" x16"</b>	m <sup>2</sup>
<b>ALB-04</b>	<b>Paredes con ladrillo de barro cualquier tipo y dimensión</b>	m <sup>2</sup>
<b>ALB-05</b>	<b>Paredes con ladrillo de barro cualquier tipo y dimensión sisado a una cara</b>	m <sup>2</sup>
<b>ALB-06</b>	<b>Paredes con ladrillo de barro cualquier tipo y dimensión sisado a dos caras</b>	m <sup>2</sup>
<b>ALB-07</b>	<b>Pared con bloque de cemento de 4" x 8" x16" sisado a una cara</b>	m <sup>2</sup>
<b>ALB-08</b>	<b>Pared con bloque de cemento de 6" x 8" x16" sisado a una cara</b>	m <sup>2</sup>
<b>ALB-09</b>	<b>Pared con bloque de cemento de 8" x 8" x16" sisado a una cara</b>	m <sup>2</sup>
<b>ALB-10</b>	<b>Pared con bloque de cemento de 4" x 8" x16" sisado a dos caras</b>	m <sup>2</sup>

<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>U/M</b>
ALB-11	Pared con bloque de cemento de 6" x 8" x16" sisado a dos caras	m <sup>2</sup>
ALB-12	Pared con bloque de cemento de 8" x 8" x16" sisado a dos caras	m <sup>2</sup>
<b>ACABADOS EN PAREDES</b>		
ALB-17	Revoque en paredes de 1 cm de espesor	m <sup>2</sup>
ALB-18	Repello en paredes	m <sup>2</sup>
ALB-19	Repello en jambas mayores de 0.40 mts	ml
ALB-20	Repello en jambas menores de 0.40 mts	ml
ALB-21	Fino asentado	m <sup>2</sup>
ALB-22	Fino pringado	m <sup>2</sup>
ALB-23	Fino asentado en jambas mayores de 0.40	ml
ALB-24	Fino pringado en jambas mayores de 0.40	ml
ALB-25	Fino asentado en jambas menores de 0.40	ml
ALB-26	Fino pringado en jambas menores de 0.40	ml
ALB-27	Enchape de azulejos en paredes	m <sup>2</sup>
ALB-28	Arenillado o fino directo	m <sup>2</sup>
<b>PISOS DE LADRILLOS Y DE CONCRETO FUNDIDOS IN SITU</b>		
ALB-29	Conformar y compactar terreno para instalar piso	m <sup>2</sup>
ALB-30	Hacer y colocar cascote de mortero y/o concreto pobre para pisos	m <sup>2</sup>
ALB-31	Piso de ladrillo gris hasta 25 x 25 cm	m <sup>2</sup>
ALB-32	Piso de ladrillo rojo hasta 25 x 25 cm	m <sup>2</sup>
ALB-33	Piso de cerámica hasta 0.30 x 0.30 entregados rematados limpios	m <sup>2</sup>
ALB-34	Piso de ladrillo terrazo de 0.30 x 0.30	m <sup>2</sup>
ALB-35	Hacer y colocar concreto en piso hasta 0.10 m de espesor acabado integral fino, arenillado y/o escobillado	m <sup>2</sup>
ALB-36	Hacer y colocar concreto en piso hasta 0.10 m de espesor acabado integral fino, pizarra	m <sup>2</sup>
ALB-37	Boceles completos	ml
ALB-38	Sisado de andenes (o corte)	ml
ALB-39	Pantry rústico (terminado sin arenillado)	ml
ALB-40	Adoquín en recta y curva completo	m <sup>2</sup>
ALB-41	Cuneta completa	ml
ALB-42	Piedra cantera de plan y/o canto hasta 1.20 mts	c/u
ALB-43	Piedra cantera de plan y/o canto hasta 2.40 mts	c/u
ALB-44	Piedra cantera de plan y/o canto hasta 3.60 mts	c/u
ALB-45	Piedra cantera de plan y/o canto hasta 1.20 mts sisada a una cara	c/u
ALB-46	Piedra cantera de plan y/o canto hasta 2.40 mts sisada a una cara	c/u

<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>U/M</b>
<b>ALB-47</b>	<b>Piedra cantera de plan y/o canto hasta 3.60 mts sisada a una cara</b>	c/u
<b>ALB-48</b>	<b>Piedra cantera de plan y/o canto hasta 1.20 mts sisada a dos caras</b>	c/u
<b>ALB-49</b>	<b>Piedra cantera de plan y/o canto hasta 2.40 mts sisada a dos caras</b>	c/u
<b>ALB-50</b>	<b>Piedra cantera de plan y/o canto hasta 3.60 mts sisada a dos caras</b>	c/u
<b>FORMALETAS</b>		
<b>CAR-01</b>	<b>Hacer molde en zapatas y/o cimientos corridos</b>	m <sup>2</sup>
<b>CAR-02</b>	Colocar molde en zapatas y/o cimientos corridos	m <sup>2</sup>
<b>CAR-03</b>	Desenfofre y limpieza de molde en zapatas y/o cimientos corridos	m <sup>2</sup>
<b>CAR-04</b>	<b>Hacer molde en pedestales y columnas aisladas</b>	m <sup>2</sup>
<b>CAR-05</b>	Colocar molde en pedestales y columnas aisladas	m <sup>2</sup>
<b>CAR-06</b>	Desenfofre y limpieza de molde en pedestales y columnas aisladas	m <sup>2</sup>
<b>CAR-07</b>	<b>Hacer molde en losas, vigas aéreas y dinteles</b>	m <sup>2</sup>
<b>CAR-08</b>	Colocar molde en losas, vigas aéreas y dinteles	m <sup>2</sup>
<b>CAR-09</b>	Desenfofre y limpieza de molde en losas, vigas aéreas y dinteles	m <sup>2</sup>
<b>CAR-10</b>	<b>Hacer molde en vigas y columnas estructurales y de amarre</b>	m <sup>2</sup>
<b>CAR-11</b>	Colocar molde en vigas y columnas estructurales y de amarre	m <sup>2</sup>
<b>CAR-12</b>	Desenfofre y limpieza de molde en vigas y columnas estructurales y de amarre	m <sup>2</sup>
<b>CAR-13</b>	<b>Hacer molde en Muros</b>	m <sup>2</sup>
<b>CAR-14</b>	Colocar molde en muros	m <sup>2</sup>
<b>CAR-15</b>	Desenfofre y limpieza de molde en muros	m <sup>2</sup>
<b>DESCATALOGADOS</b>		
<b>DESC-16</b>	Hacer Niveletas rectas	ml
<b>DESC-17</b>	Colocar Niveletas rectas	ml
<b>DESC-18</b>	Trazo y Nivelación con manguera	ml
<b>DESC-19</b>	Hacer champa cerrada	m <sup>2</sup>
<b>DESC-20</b>	Colocar champa cerrada	m <sup>2</sup>

## APÉNDICE D. TABLAS Y FORMULAS GENERALES

### Apéndice D-1. Fórmulas de área y volumen de cuerpos geométricos

**S**= área, **V**= volumen

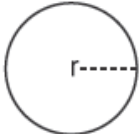
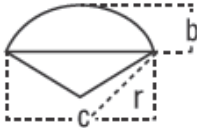
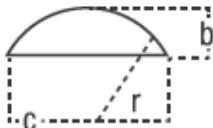
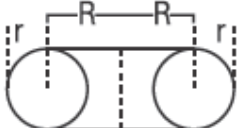
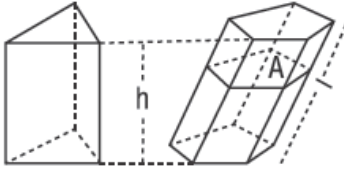
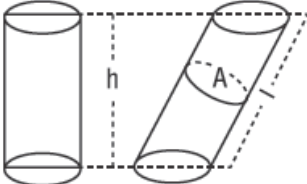
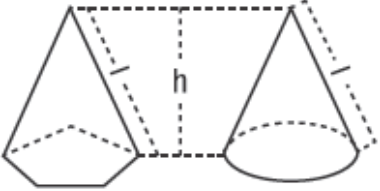
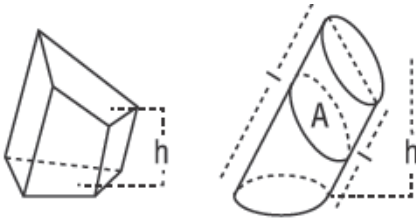
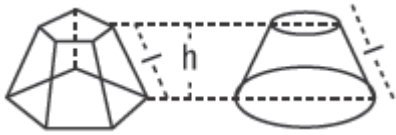
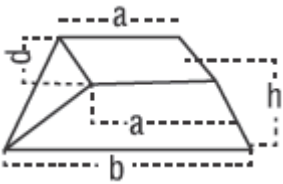
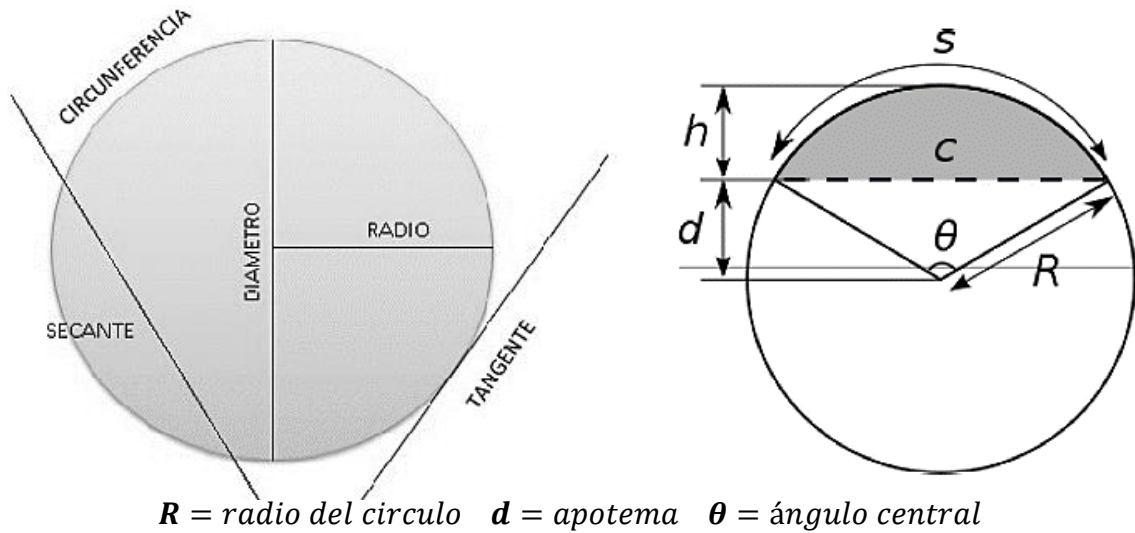
FIGURA GEOMÉTRICA	ESQUEMA	ÁREA Y VOLUMEN
Esfera		$S = 4 \pi r^2 = \pi d^2$ $V = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{1}{6} \pi d^3$
Sector esférico		$S = \frac{1}{2} \pi r (4b + c)$ $V = \frac{2}{3} \pi r^2 b$
Segmento Esférico		$S = 2 \pi r b$ $V = \frac{1}{3} \pi b^2 (3r - b)$
Anillo Circular		$S = 4 \pi^2 R r$ $V = 2 \pi^2 R r^2$
Prisma recto u oblicuo, regular e irregular		$S = P \times l$ <p><i>P</i> = Perímetro perp. a los lados, <i>l</i> = longitud</p> $V = B \times H$ <p><i>B</i> = área de la base, <i>H</i> = altura perp.</p>
Cilindro recto u oblicuo, circular o elíptico		$S = P \times h$ <p><i>P</i> = Perímetro de la base <i>h</i> = altura perp.</p> $V = B \times h$

FIGURA GEOMÉTRICA	ESQUEMA	ÁREA Y VOLUMEN
Pirámide o cono		$S = \frac{1}{2} P \times l$ <p><i>P = Perímetro de la base</i>  <i>l = altura lateral</i></p> $V = \frac{1}{3} B \times h$
Prisma o cilindro truncado		$V = B \times h$ <p><i>B = área de la base</i>  <i>h = altura perp.</i></p> $V = \frac{1}{2} A (l_1 + l_2)$
Pirámide o cono truncado		$S = \frac{1}{2} l (P + p)$ <p><i>P y p = perímetros de las bases</i>  <i>l = altura lateral</i></p> $V = \frac{1}{3} h (B + b + \pi \sqrt{Bb})$ <p><i>B y b = áreas de las bases</i>  <i>h = altura perp.</i></p>
Cuña triangular con base de paralelogramo y caras trapeziales		$V = \frac{1}{6} d \times h (2a + b)$ <p><i>a, b = long. de los cantos</i>  <i>h = altura perp.</i>  <i>d = ancho perp.</i></p>

## Apéndice D-2. Desarrollo del círculo



$C = \text{long. de la cuerda}$     $S = \text{long. del arco}$     $h = \text{altura del segmento circular}$

**Donde:**

$$S = R \cdot \theta; \quad \theta = 2 \arccos\left(\frac{d}{R}\right), \text{ en radianes}$$

$$C = R\sqrt{2(1 - \cos\theta)}$$

$$h = R\left(1 - \cos\frac{\theta}{2}\right)$$

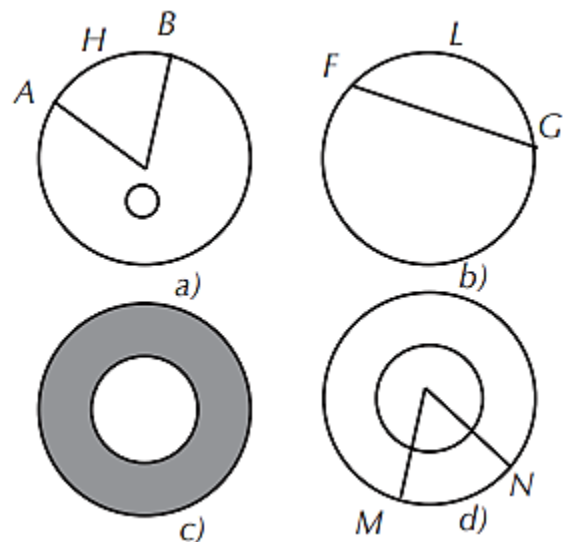
### Subconjuntos o regiones de un círculo

**1. Sector circular:** porción del círculo limitada por dos radios y el arco de circunferencia correspondiente a los puntos extremos de ambos radios; región OAHB de la sección a).

**2. Segmento circular:** porción del círculo limitada por una cuerda y el arco correspondiente; región FLG de la sección b).

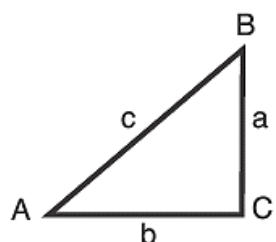
**3. Corona circular:** porción del círculo comprendida entre dos circunferencias concéntricas; región coloreada de la sección c).

**4. Trapecio circular:** porción de una corona circular limitada por dos radios; el trapecio cuya base mayor curva es el arco MN.



## Apéndice D-3. Resolución de Triángulos

### Caso 1) Triángulo Rectángulo



$$\text{Área} = \frac{b a}{2}$$

$$A + B + C = 180^\circ \text{ (Suma de ángulos internos)}$$

DATOS	INCÓGNITAS	FÓRMULAS
a, c	A, B, b	$\text{sen } A = \frac{a}{c}$ ; $\text{cos } B = \frac{a}{c}$ ; $b = \sqrt{c^2 - a^2}$
a, b	A, B, c	$\tan A = \frac{a}{b}$ ; $\tan B = \frac{b}{a}$ ; $c = \sqrt{a^2 + b^2}$
A, a	B, b, c	$B = 90^\circ - A$ ; $b = a \cot A$ ; $c = \frac{a}{\text{Sen } A}$
A, b	B, a, c	$B = 90^\circ - A$ ; $a = b \tan A$ ; $c = \frac{b}{\text{Cos } A}$
A, c	B, a, b	$B = 90^\circ - A$ ; $a = c \text{ sen } A$ ; $b = c \text{ cos } A$

### Ley de Senos

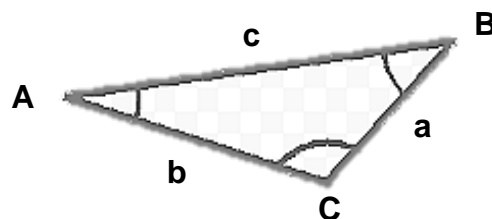
$$\frac{\text{sen } A}{a} = \frac{\text{sen } B}{b} = \frac{\text{sen } C}{c}$$

### Ley de Cosenos

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc(\cos A)$$

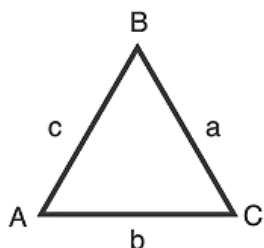
$$b^2 = a^2 + c^2 - 2ac(\cos B)$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab(\cos C)$$





## Caso 2) Triángulo Oblicuángulo



$$\text{Área} = \sqrt{S(S-a)(S-b)(S-c)} ; S = \frac{a+b+c}{2}$$

$$A + B + C = 180^\circ \text{ (Suma de ángulos internos)}$$

DATOS	INCÓGNITAS	FÓRMULAS
a, b, c	A, B, C	$\sin \frac{1}{2} A = \frac{\sqrt{(S-b)(S-c)}}{bc}$ $\sin \frac{1}{2} B = \frac{\sqrt{(S-a)(S-c)}}{ac}$ $\sin \frac{1}{2} C = \frac{\sqrt{(S-a)(S-b)}}{ab}$
A, B, a	C, b, c	$b = \frac{a \sin b}{\sin A} ; c = \frac{a \sin C}{\sin A} ; C = 180^\circ - (A + B)$
A, a, b	B, C, c	$\sin B = \frac{b \sin A}{a} ; c = \frac{a \sin C}{\sin A} ; C = 180^\circ - (A + B)$
C, a, b	A, B, c	$\tan A = \frac{a \sin C}{b - a \cos C} ; c = \frac{a \sin C}{\sin A} ;$ $C = 180^\circ - (A + C)$

$$\sin A = \frac{a}{c} = \frac{\text{lado opuesto}}{\text{hipotenusa}} ; \operatorname{cosec} A = \frac{1}{\sin A} \cdot \frac{c}{a} = \frac{\text{hipotenusa}}{\text{lado opuesto}}$$

$$\cos A = \frac{b}{c} = \frac{\text{lado adyacente}}{\text{hipotenusa}} ; \sec A = \frac{1}{\sin A} \cdot \frac{c}{b} = \frac{\text{hipotenusa}}{\text{lado adyacente}}$$

$$\tan A = \frac{a}{b} = \frac{\text{lado opuesto}}{\text{lado adyacente}} ; \cot A = \frac{1}{\tan A} \cdot \frac{b}{a} = \frac{\text{lado adyacente}}{\text{lado opuesto}}$$

#### Apéndice D-4. Dosificación del Concreto y Mortero

Dosificación de Concreto Real					
Proporción Volumétrica C - A - G	Cemento (bolsa)	Arena	Grava	Resistencia a la Compresión a los 28 días.	
		m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	PSI
1: 2; 2	10	0.67	0.67	220-260	3080-3540
1: 2; 3	9	0.56	0.84	200-240	2800-3360
1: 2; 4	7	0.48	0.95	180-240	2520-3360
1: 3; 3	7	0.72	0.92	150-190	2100-2666
1: 3; 4	6.3	0.63	0.84	140-180	1960-2520
1: 3; 5	5.5	0.56	0.92	110-1140	1540-1800
1: 3; 6	5	0.50	1.00	100-130	1400-1820
1: 2.5; 4	6.13	0.52	0.94	170-230	2380-3220
1: 4; 7	4.25	0.55	0.97	80-100	1120-1540

Mortero Juntas y Repello					
Proporción	Cemento		Arena	Resistencia a la Compresión a los 28 días.	
	Kg.	Bolsa	m <sup>3</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	PSI
1 ; 2	610	14 1/3	1.07	280 - 340	3920 - 4760
1 ; 3	454	10 2/3	1.09	250 -300	3500 - 4200
1 ; 4	364	8 1/2	1.16	220 -260	3080 - 3640
1 ; 5	302	7 1/8	1.20	180 -220	2520 - 3080
1 ; 6	261	6 1/7	1.20	140 - 180	1960 - 2560
1 ; 7	228	5 1/3	1.25	120 -140	1680 - 1960
1 ; 8	203	4 3/4	1.25	90 - 120	1260 - 1680

$$Vol. Material = Vol. Concreto * \frac{Proporcion Material}{\sum Proporciones * 70\%} * (1 + \%Desperdicio)$$

➤ **Ejemplo:** Calcular volumen total de Arena para 14 metros cúbicos de concreto 3000 PSI (Proporción 1:2:3). Factor de Desperdicio: 20%

$$Vol. Arena = 14 m^3 * \frac{2}{(1 + 2 + 3) * 70\%} * (1 + 20\%) = 8 m^3$$

## Apéndice D-5. Conversión de unidades

**m:** metros

Magnitud	Nombre y Símbolo de la Unidad	Factores de Conversión
Longitud	pulgada: in	$25.4 \times 10^{-3} \text{ m}$
	pie: ft	0.3028 m
	yarda: yd	0.9144 m
	milla	1609.344 m
Área	pulgada cuadrada: in <sup>2</sup>	$6.4516 \times 10^4 \text{ m}^2$
	pie cuadrado: ft <sup>2</sup>	0.09290306 m <sup>2</sup>
Volumen	pulgada cúbica: in <sup>3</sup>	$16.387\ 064 \times 10 \text{ m}^3$
	pie cúbico: ft <sup>3</sup>	$28.316\ 8 \times 10^{-3} \text{ m}^3$
	yarda cúbica: yd <sup>3</sup>	0.764 555 m <sup>3</sup>
	galón americano: gal (us)	$3.785\ 41 \times 10^{-3} \text{ m}^3$
	Litros: (lts)	0.001 m <sup>3</sup>
Masa	libra: lb	0.453 592 37 Kg
	tonelada inglesa: ton (UK)	1 016.05 Kg
	tonelada americana: ton (US)	907.185 Kg

## Apéndice D-6. Traslape y Peso de Varillas de acero

Características del acero A-36 según Mayco							
N°	Diámetro		Peso			Varillas por quintal	
	pulg.	mm.	kg./m	lbs./m	lbs./var.	exacta	aprox.
2	1/4	6.40	0.25	0.55	3.27	30.547	31.0
3	3/8	9.50	0.56	1.23	7.38	13.552	14.0
4	1/2	12.70	0.99	2.19	13.11	7.629	8.0
5	5/8	15.90	1.55	3.41	20.46	4.888	5.0
6	3/4	19.00	2.24	4.93	29.57	3.382	3.0
7	7/8	22.20	3.04	6.69	40.15	2.490	2.0
8	1	25.40	3.97	8.74	52.44	1.907	2.0
9	1,1/8	28.60	5.03	11.06	66.37	1.507	2.0
10	1,1/4	31.80	6.21	13.66	81.93	1.221	1.0
11	1,3/8	34.90	7.51	16.52	99.15	1.009	1.0

Longitud de Traslapes							
Diámetro	1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1"
L.T	0.30	0.30	0.40- 0.50	0.50- 0.60	0.50- 0.70	0.60- 0.80	0.70- 0.80
LBS/M	0.55	1.23 0	2.19	3.41	4.93	6.700	8.76
No. var. de 20'	30.00	13.0 0	8.00	5.00	4.00	3.00	2.00
No. var. de 30'	20.00	9.00	5.00	4.00	3.00	2.00	1.00
Cant. MI/qq	183.8 2	81.3	45.66	29.33	20.28	14.92	11.42

## Apéndice D-7. Características de Tubos de Concreto Reforzado

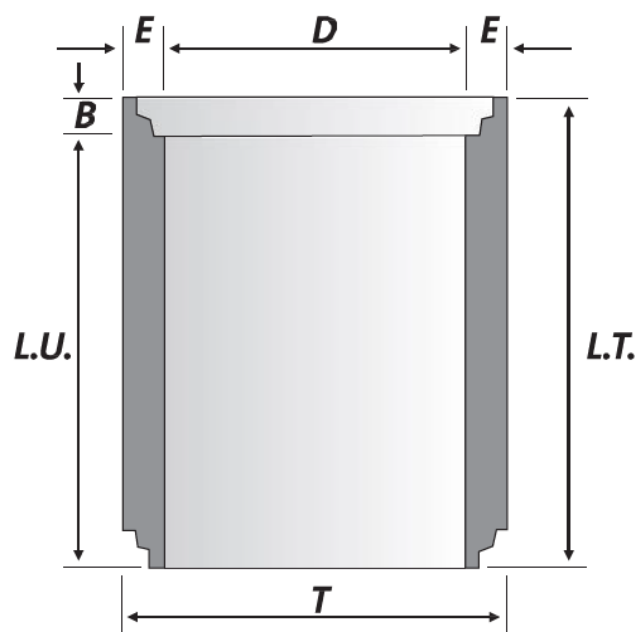
### GEOMETRIA DE LAS TUBERIAS

Diámetro.		L <sub>total</sub> (cm)	L <sub>útil</sub> (cm)	D <sub>externo</sub> (cm)	E <sub>pared.(cm)</sub>		L <sub>campana</sub> (cm)	L <sub>espiga</sub> (cm)	Peso (kgs.)
plg.	cm				Real	ASTM C76			
12	30	135	125	42.2	6	<b>5</b>	12	9.5	220
15	38	135 / 260	125 / 250	49.8	6	<b>5.74</b>	14	12.5	320
18	46	135 / 260	125 / 250	59.1	7	<b>6.38</b>	14	13	370
21	53	135 / 260	125 / 250	67.6	7	<b>6.98</b>	13	10	530
24	61	135 / 260	125 / 250	76.2	8	<b>7.59</b>	13	12	630
30	76	135 / 260	125 / 250	93	9	<b>8.88</b>	11	11	970
36	91	135 / 260	125 / 250	114	11.5	<b>10.08</b>	11	10	1320
42	107	135 / 210	125 / 200	131	12	<b>11.46</b>	11.5	15	1420/2190
48	122	135 / 210	125 / 200	148	13	<b>12.67</b>	11.5	11.5	1650/2780
54	137	135 / 210	125 / 200	166	14.5	<b>13.92</b>	12.5	11.5	3210
60	152	135 / 210	125 / 200	184	16	<b>15.22</b>	12	10	2500/3890
72	183	145	135	218	19	<b>17.76</b>	10	10	3450
D	D	LT	LU	T	E	E	B		

Nota:

\*Sección 12.2 (astm-C76) 12.2, variaciones permisibles para el espesor de pared mas/menos 5% o 5mm

\*En los tubos donde se indican dos dimensiones, en las columnas L<sub>total</sub> y L<sub>útil</sub>, es que se tiene disponibilidad en esas dos dimensiones.



### Apéndice D-8. Factores para el movimiento de tierra

Material	Abundamiento 1 + e (m³s)	Enjutamiento 1 – e (m³c)
Arena y grava limpia seca	1.07 a 1.15	0.93 a 0.87
Tierra y grava limpia mojada	1.09 a 1.18	0.92 a 0.85
Capa vegetal	1.11 a 1.20	0.90 a 0.84
<b>Tierra común</b>	<b>1.30</b>	<b>0.769</b>
Marga arenosa	1.18	0.83
Marga arcillosa	1.25	0.80
Tierra margosa	1.20	0.84
Lodo	1.24 a 1.35	0.81 a 0.74
Arcilla con arena y grava	1.30 a 1.45	0.77 a 0.69
Arcilla blanda y friable densa	1.35 a 1.55	0.74 a 0.75
Arcilla dura y tenaz	1.42 a 1.50	0.70 a 0.67
Arcilla dura con piedras y raíces	1.62	0.62
Roca friable blanda	1.50 a 0.75	0.67 a 0.68
Roca dura muy partida	1.58	0.65
Roca dura partida con grandes trozos	1.98	0.50
Caliche	1.20	0.924

Cambios Volumétricos	
De Natural a Suelto	$m^3S = (m^3N) * (\text{Factor de Abundamiento})$
De suelto a compactado	$m^3C = (m^3S) * (\text{Factor de Enjutamiento})$
De compactado a Natural	$m^3N = m^3C / [(\text{Factor de Enjutamiento}) * (\text{Factor de Abundamiento})]$
De Natural a Compactado	$m^3C = m^3N * (\text{Factor de Abundamiento}) * (\text{Factor de Enjutamiento})$

**m³S:** Metro Cubico Suelto

**m³C:** Metro Cubico Compactado

**m³N o m³B:** Metro Cubico Natural o de Banco

### Apéndice D-9. Porcentajes de Desperdicios

No	Concepto	% de Desperdicio
1	Cemento	5
2	Arena	15 - 30
3	Grava	10 - 15
4	Agua	30
5	Concreto para Fundaciones	5
6	Concreto para Columnas y Muros	4
7	Concreto para Losas	3
8	Concreto para Vigas Intermedias	5
9	Mortero para Juntas	30
10	Mortero para Acabados	7
11	Mortero para Pisos	7 - 10
12	Lechada de Cemento Blanco	10 - 15
13	Estribos	2
14	Varillas Corrugadas	3
15	Alambre de Amarre #18	7 - 10
16	Clavos	20 - 30
17	Bloques	7
18	Ladrillo Cuarterón	10
19	Laminas lisas de Plycem	10
20	Gypsum	5
21	Panel W	3
22	Prefabricados	2
23	Ladrillos, Cerámicas y azulejos	5
24	Formaletas	20
25	Andamios	5
26	Laminas Onduladas Plycem	5
27	Láminas de Zinc	2
28	Tubos de Acero	2
29	Tornillos	3 - 5
30	Perlines	2
31	Madera Cruda	20
32	Tubos conduit	5
33	Alambre para energía eléctrica	15

## Apéndice D-10. Método de Cálculo para el consumo de materiales en soldadura

- **El Consumo de productos para la soldadura (g)**

$$= \frac{\text{masa necesitada de metal depositado (g)}}{\text{eficiencia de la deposición (\%)} \times 100}$$

**Donde:**

1) **Eficiencia de la deposición:** el ratio de la masa de metal depositado a la masa de materiales consumidos para la soldadura.

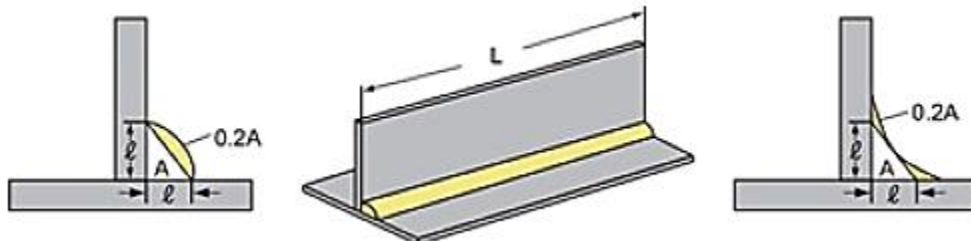
2) **Masa necesitada de metal depositado (g)**

= Al Área seccional de cruce de metal de soldadura (cm<sup>2</sup>) × La longitud de la línea de soldado (cm) × 7.85g/cm<sup>3</sup> (Densidad del acero)

3) **Área seccional de cruce de metal de soldadura (cm<sup>2</sup>)**

$$= \frac{[\text{Longitud de soldadura (cm)} \times \text{Longitud soldadura (cm)}]}{2} \times \text{factor de refuerzo} *$$

\* El factor de refuerzo es 1.2 para el cálculo de la soldadura de borde mostrado en la figura de abajo.



### Eficiencia de la deposición

Cable sólido	95%
Cable de núcleo de flujo	90%
Electrodo recubierto	55%



Densidad Unidad : g/cm <sup>3</sup>	
18-8 Acero inoxidable	8.02
18-12 Acero inoxidable Mo	8.03
18 Acero inoxidable de Cr	7.75
13 Acero inoxidable de Cr	7.75
Inconel	8.51
Titanio	4.51
Acero suave	7.85

El área seccional de cruce de refuerzo se asume que es de 20% del área seccional de cruce de metal soldado.

Estimación del consumo de materiales de soldadura para soldar bordes (kg/m)						
Longitud de soldadura ℓ mm	Acero suave			18-8 acero inoxidable		
	Electrodo recubierto	Cable sólido	Cable de núcleo de flujo	Covered electrode	Solid wire	Cable de núcleo de flujo
3	0.08	0.05	0.05	0.08	0.05	0.05
4	0.14	0.08	0.09	0.14	0.09	0.09
5	0.22	0.13	0.14	0.22	0.13	0.14
6	0.31	0.18	0.18	0.32	0.19	0.20
7	0.42	0.25	0.26	0.43	0.25	0.27
8	0.55	0.32	0.34	0.56	0.33	0.35
9	0.70	0.41	0.43	0.71	0.42	0.44
10	0.86	0.50	0.53	0.88	0.51	0.54
11	1.04	0.60	0.64	1.06	0.62	0.65
12	1.24	0.72	0.76	1.26	0.73	0.77
13	1.45	0.84	0.89	1.48	0.86	0.91
14	1.69	0.98	1.03	1.72	1.00	1.05
15	1.93	1.12	1.18	1.97	1.14	1.21